


# ТЕХНИКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕРВИСА

ISSN 2074-1146

№ 1 (51), 2020

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, издается с 2007 года

<p>Учредитель:</p>	 <p>Санкт-Петербургский Государственный Экономический Университет</p>
<p>Редакционный совет:</p>	<p><b>И.А. Максимцев</b> – ректор СПбГЭУ, д.э.н., профессор – <i>председатель совета</i>; <b>Е.А. Горбашко</b> – проректор по НР СПбГЭУ, д.э.н., профессор – <i>заместитель председателя совета</i>; <b>Г.В. Лепеш</b> – заведующий кафедрой БНиТ от ЧС СПбГЭУ, д.т.н., профессор – <i>главный редактор журнала</i></p> <p><b>Члены редакционного совета:</b> <b>Я.В. Зачиняев</b> – д.х.н., д.б.н., профессор, профессор кафедры социального и естественнонаучного образования Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург <b>А.Е. Карлик</b> – д.э.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой экономики и управления предприятиями и производственными комплексами СПбГЭУ, г. Санкт-Петербург; <b>С.И. Корягин</b> – д.т.н., профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, директор института транспорта и технического сервиса БФУ им. И. Канта, г. Калининград; <b>В.Н. Ложкин</b> – д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России; <b>В.В. Пеленко</b> – д.т.н., профессор, профессор кафедры «Теплосиловые установки и тепловые двигатели» Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна; <b>С.П. Петросов</b> – д.т.н., профессор, заслуженный работник бытового обслуживания, заведующий кафедрой «Технические системы ЖКХ и сферы услуг» института сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) «Донского государственного технического университета» (г. Шахты); <b>П.И. Романов</b> – д.т.н., профессор, директор научно-методического центра координационного совета учебно-методического объединения по области образования «Инженерное дело», г. Санкт-Петербург; <b>В.С. Чекалин</b> – д.э.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры государственного и территориального управления СПбГЭУ</p>
<p>Editorial council:</p>	<p><b>I.A. Maksimcev</b> – rector SPbGEU, doctor of economic sciences, professor – the chairman of the board; <b>E. A. Gorbashko</b> – vice rector for scientific work SPbGEU, doctor of economic sciences, professor – the vice-chairman of council; <b>G.V. Lepesh</b> – head of the chair the population and territories Safety from emergency situations SPbGEU, the editor-in-chief of the magazine, doctor of engineering sciences, professor – the editor-in-chief of the scientific and technical journal</p> <p><b>Members of editorial council:</b> <b>Ya.V. Zachinyaev</b> – Doctor of Chemistry, Doctor of Biological Science, professor, professor of department of social and natural-science formation of Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg <b>A. E. Karlik</b> – doctor of economic sciences, professor, honored worker of science of the Russian Federation, head of chair of Economics and management of enterprises and production complexes SPbGEU, Saint-Petersburg; <b>S. I. Koryagin</b> – Doctor of Engineering Sciences, professor, honored worker of higher school of Russian Federation, the director of institute of transport and the BFU technical service of I. Kant, Kaliningrad; <b>V.N. Lozhkin</b> – Doctor of Engineering Sciences, professor, honored scientist of Russia, Professor of St. Petersburg University of state fire service of the Ministry of Emergency Situations of Russia; <b>V. V. Pelenko</b> – Doctor of Engineering Sciences, professor, professor of thermal power plant and Heat Engines department of St. Petersburg State University of industrial technologies and design; <b>S. P. Petrosov</b> – Doctor of Engineering Sciences, professor, honored worker of consumer services, – head of the chair of "Technical systems of housing and public utilities and a services sector" of institute of services industry and businesses (branch) of "Donskoy of the state technical university" (Shakhty); <b>P. I. Romanov</b> – Doctor of Engineering Sciences, professor, director scientific and methodical center of higher education institutions of Russia (St. Petersburg state polytechnical university), St. Petersburg; <b>V.S. Chekalin</b> – Doctor of Economic Sciences, professor, honored worker of science of the Russian Federation, professor of department of the public and Territorial Department SPbGEU</p>
<p>Адрес редакции:</p>	<p>Санкт-Петербург, Прогонный пер., д.7, лит.А, офис 111 Для писем: 191023, Санкт-Петербург, Садовая ул., 21, офис. 215. Электронная версия журнала: <a href="http://unecon.ru/zhurnal-ttps">http://unecon.ru/zhurnal-ttps</a>; <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> Подписной индекс в каталоге «Журналы России» –95008; тел./факс (812) 3604413; тел.: (812) 3684289; +7 921 7512829; E-mail: <a href="mailto:gregoryl@yandex.ru">gregoryl@yandex.ru</a>. Оригинал макет журнала подготовлен в редакции</p>

Санкт-Петербург – 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

### КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Формирование культуры безопасности жизнедеятельности на базе образовательных программ Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.....3

### ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ

*Шарков О.В., Корягин С.И., Патрикеев М.В.*  
Оценка механизмов свободного хода как объектов сервиса.....7

*Великанов Н.Л., Наумов В.А., Корягин С.И.*  
Откачивание стоков вакуумной машиной..11

*Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Кривуца З.Ф.*  
Применение производственных номограмм при определении эффективности использования автомобильного парка.....15

### МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Великанов Н.Л., Наумов В.А., Корягин С.И.*  
Работа водокольцевого компрессора с пневмопроводом.....18

*Лепеш Г.В.* Прогнозирование рисков отказов в газораспределительных сетях.....23

*Садыгова Н.Э.* Динамика пластины с упруго присоединённой массой.....34

### ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕРВИСА

*Николаев М.А.* Методологические аспекты анализа состояния экономической безопасности в промышленности.....41

*Гарифуллина И.В., Картушина И.Г., Малиновская Н.П.* К вопросу о проектировании и организации деятельности предприятий автосервиса...46

*Смирнов Р.В., Бездудная А.Г., Трейман М.Г.* Инновационная деятельность по переработке производственных отходов на примере птицефабрики.....54

*Марченко В.Д.* Анализ структуры регионального рынка жилья (на примере Калининградской области).....60

*Макарова И.В., Глумов А.А., Угольников О.Д.* Вектор реализации региональных мер поддержки сетевых производственных структур в контексте неиндустриализации.....65

*Куган С.Ф.* Логистический потенциал как фактор формирования конкурентоспособности региона.....71

*Боркова Е.А.* Экономико-психологические аспекты государственной политики стимулирования ответственных «зеленых» инвестиций.....76

Abstracts of the articles.....81

Требования, к материалам, принимаемым для публикации в научно-техническом журнале «Технико-технологические проблемы сервиса».....90



### ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА БАЗЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

*«... Безопасность – это категория неизмеримо  
более высокая, чем величие»<sup>1</sup>*

В Российской Федерации сегодня построена законодательная основа и сформирована мощная нормативно-правовая база, а также создан высокотехнологический инженерно-технический комплекс, обеспечивающий комфортную и безопасную жизнедеятельность населения путем создания благоприятных внешних условий и снижения риска чрезвычайных ситуаций. Качество жизнедеятельности в сформированной среде в полной мере зависит от субъективных факторов риска, обусловленных комплексом социально-культурного осознания и поведения человека – культурой личности, от его компетенций и организационных способностей к действиям в быту и в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера. Формирование культуры личности, адаптированной к современным условиям комфортной и безопасной активной деятельности возможно лишь на основе осознанного применения человеком системных знаний в области физики, химии, биологии, географии и экологии, а также на основе осознанного восприятия им стереотипов безопасного поведения как в повседневной жизни так и в экстремальных ситуациях, при угрозе и наступлении ЧС.

В научной общественности сегодня прижился термин «Культура безопасности жизнедеятельности (КБЖ)» [1], характеризующий определенный уровень развития человека и общества в осознании значимости и способности решения задач обеспечения безопасности жизнедеятельности. В соответствии с политикой РФ формирование культуры безопасности должно производиться на базе подготовки населения в области гражданской обороны и защиты от ЧС природного и антропогенного характера, пожарной безопасности и безопас-

ности на водных объектах [2,3]. В настоящее время формирование КБЖ обеспечивается освоением основных компетенций по программам обучения различных групп населения. Культура безопасности жизнедеятельности учащихся и студентов учреждений общего и профессионального образования формируется по мере освоения ими школьного предмета ОБЖ и дисциплины БЖД, соответственно. Основными задачами учебных программ на разных уровнях являются [4]:

- в общеобразовательных учреждениях – формирование стереотипов собственной безопасности и здорового образа жизни, а также ответственного отношения к безопасности других людей и бережного отношения к природе;

- в учреждениях начального профессионального образования – формирование понимания необходимости соблюдения правил охраны труда и соблюдения экологических норм производственной деятельности;

- в учреждениях среднего и высшего профессионального образования – формирование способностей принятия управленческих и организационно-технических решений при руководстве коллективами в целях обеспечения безопасности персонала и производства.

На уровне высшего образования формирование КБЖ возложено на дисциплину «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД). Дисциплина БЖД в образовательных стандартах первого и второго поколений входила в перечень обязательных дисциплин, а в Федеральных государственных стандартах третьего поколения (ФГОС-3) она входит в базовую часть дисциплин профессионального цикла. В ФГОС-3++ она остается обязательной дисциплиной (общеуниверситетской) наряду с Философией, Историей России, Иностранным языком и Физической культурой.

<sup>1</sup> Кардинал Франции Ришелье

Основными рисками достижения требуемого уровня формирования культуры безопасности на этапе высшего профессионального образования является узкая направленность дисциплины БЖД, связанная с тем, что в ФГОС, в том числе и в долго ожидаемых ФГОС ВО 3++ объем данной дисциплины ограничен 2 – 4-мя зачетными единицами. При этом основная роль БЖД отводится обеспечению практически одной универсальной компетенции – УК8 – *Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности в том числе и при возникновении ЧС.*

Учитывая анализ реализации предыдущих версий ФГОС под этой формулировкой следует понимать то, что при разработке рабочих программ по дисциплине БЖД, как и в случае с переходом на ФГОС 3, знания, умения, навыки составляют единственную компетенцию, относящуюся к обеспечению безопасности жизнедеятельности особенно в чрезвычайных ситуациях.

Некоторые редакции ФГОС3++ все же содержат требования безопасности в общепрофессиональных компетенциях (ОПК), например в разделах:

- «Производственно-технологическая работа» (Строительство) – ОПК-8 – Способен осуществлять и контролировать технологические процессы ... с учетом требований производственной и экологической безопасности

- «Безопасность обслуживания» – (Сервис, Туризм, Гостиничное дело) ОПК-7 – Способен обеспечивать безопасность обслуживания потребителей и соблюдение требования заинтересованных сторон на основании норм и правил охраны труда и техники безопасности.

В других редакции содержат компетенции в области информационной и/или экономической безопасности.

Государственная политика в области безопасности населения и объектов промышленности [5, 6] направлена в основном на усиление устойчивости промышленных объектов от ЧС и усиления роли надзорных органов, особенно по отношению к опасным производственным объектам. Тем не менее вопросам, в области защиты населения от угроз различного характера, уделяется должное внимание. Так в качестве приоритетных мер [5] рассматриваются вопросы разработки и внедрения современных методик и технических средств обучения. Все же в основе достижения высочайшего уровня безопасности лежит формирование у каждого человека культуры безопасности, а также формирование культуры безопасности на предприятии, как составной части общей куль-

туры производства, направленной на повышение мотивационной надежности персонала.

При переходе на ФГОС третьего поколения рабочие программы по дисциплине БЖД составлялись с учетом отраженной во многих стандартах единственной компетенции, относящейся к обеспечению лишь безопасности в чрезвычайных ситуациях, в то время как для работодателей наиболее важными являются компетенции, связанные с основной частью жизнедеятельности человека, в том числе непосредственно с его трудовой деятельностью. Такими как: идентификация вредных и опасных факторов, определение норм их воздействия, защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов, обеспечение комфортных условий для жизни и производственной деятельности человека, психофизиологические и эргономические основы безопасности. Работодателю нужны специалисты, способные: выявлять опасности для человека и среды обитания, в различных условиях деятельности, определять и прогнозировать степень риска, способствовать созданию безопасных рабочих мест, а также улучшению условий труда, снижению тяжести труда и травматизма, стимулировать руководство к повышению комфортности труда и отдыха в условиях предприятия.

Проведенный в работе [7] анализ содержательной части компетенций по ФГОС3 показал, что из общего объема знаний, умений и навыков, сформулированных разработчиками ФГОС и составляющих отдельную компетенцию, 85% относятся к действиям в чрезвычайных ситуациях, причем 81% формулируется как «способность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций». Т.е. задачи БЖД практически совпадают с задачами школьного курса основ безопасности жизнедеятельности (ОБЖ). В то время как, к безопасности труда относятся не более 11% компетенций, а к экологической безопасности всего 4 %, причем область их формирования относится к профессиональным компетенциям.

Таким образом, приходится констатировать, что ФГОС третьего поколения в недостаточной мере способствует формированию культуры безопасности жизнедеятельности, а современные требования, устанавливаемые стандартами третьего поколения к дисциплине БЖД, в недостаточной мере обеспечивают требования работодателя к компетенциям выпускника вузов. Требуется серьезная переработка содержания компетенции УК8, отличная от общепринятых стереотипов, обусловленных общественным мнением ее непосредственной

связи в основном с ЧС. Более целесообразно в рамках БЖД расширение разделов дисциплины, связанных с действием на человека вредных и опасных факторов – физических, химических, биологических, психофизиологических и др., с определением, нормированием факторов, с изучением методов расчета степени воздействия их на человека в быту и в условиях производственной среды. Подобные знания дадут студенту основу для осознанных действий в техносфере, насыщенной техногенными объектами различной степени опасности, будут способствовать формированию самостоятельности в принятии решений о собственной и коллективной безопасности, а также о защите окружающей среды. В основе данных разделов – школьные знания физики, химии, биологии, математики и др. предметов. В последующих курсах – применение накопленных знаний для освоения ОПК и профессиональных компетенций (ПК).

При разработке компетентностных моделей выпускников представляется необходимым дополнять их ПК, в полной мере отражающими требования по безопасности к специалисту (бакалавру) условиях современной техносферы. ФГОС ВО 3++ дают такую возможность. В частности, во всех утвержденных стандартах, отмечается, что образовательное учреждение вправе включать самостоятельно одну или несколько компетенций исходя из направленности программы бакалавриата на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников компетенций выпускников, а также при необходимости, на основе анализа иных требований, предъявляемых к выпускникам. Тем более, что вряд ли можно выделить хотя бы одну дисциплину, обеспечивающую установленную ФГОС компетенцию, где отсутствуют аспекты, связанные с безопасностью жизнедеятельности. Задачи безопасности обязательно должны быть отражены и оцениваться на этапе итоговой аттестации выпускника вуза – в выпускной квалификационной работе (ВКР), что было обязательным в стандартах первого и второго поколений.

Не менее важным аспектом формирования культуры безопасности жизнедеятельности в вузе является создание комплексной инновационной площадки, необходимой для реализации компетенций в процессе их освоения. Элементы такой площадки складываются путем вовлечения студентов в научную и организационную творческую деятельность (рис.1), дающую им возможность самовыражения в предметной области БЖД, обязательно направленной

на конкретные области и виды будущей профессиональной деятельности, расширяющие профессиональную компетентность будущего выпускника вуза. Организация подобной деятельности, при условии охвата большей части контингента студентов, в полной мере дополняет решение задачи обеспечения соответствия учебного процесса вуза в формировании компетенций безопасности жизнедеятельности как на основании современных требований ФГОС, так и нормативной и законодательной базы в области охраны труда и безопасности жизнедеятельности. Вовлечение студентов научную деятельность по проблемам БЖД способствует развитию у них риск-ориентированного мышления, способности прогнозирования, выявления и оценки техносферных существующих рисков.

При организации студенческой научной работы на уровне бакалавриата (специалитета) важно учитывать то, чтобы ее направление соответствовало направленности обучения, что будет являться стимулом для применения студентом накопленных знаний при освоении последующих дисциплин профессионального цикла.

Не менее важное значение для формирования у студентов стереотипов осознанного безопасного поведения и адекватного отношения к окружающей техногенной среде является организационная творческая деятельность, включающая экскурсии на крупные техногенные объекты повышенной опасности, на объекты инженерной структуры жизнеобеспечения города, в бомбоубежища и другие защитные объекты гражданской обороны, о также лекции и семинары, проводимые известными учеными и руководителями организаций, занимающихся вопросами гражданской обороны, МЧС и другими вопросами, обеспечивающими безопасность жизнедеятельности. Формирование КБЖ должно строиться на основе современной технологии обучения – способа реализации содержания обучения, предусмотренного учебными планами и программами, включающими формы, методы и средства обучения. Наибольшее внимание здесь должно быть уделено проведению практических занятий и лабораторных работ, предусматривающих контактное взаимодействие студента с приборной и измерительной техникой и специальными стендами.

Основная идея формирования культуры безопасности жизнедеятельности заключается в умелом и активном сочетании накопленных ранее знаний, со знаниями, приобретенными в изучении дисциплины БЖД и гармоничного вливания их в компетентностные модели вы-

пускников для обеспечения снижения индивидуального и коллективного рисков их профессиональной деятельности, в том числе и при

наличии ЧС природного и техногенного характера.

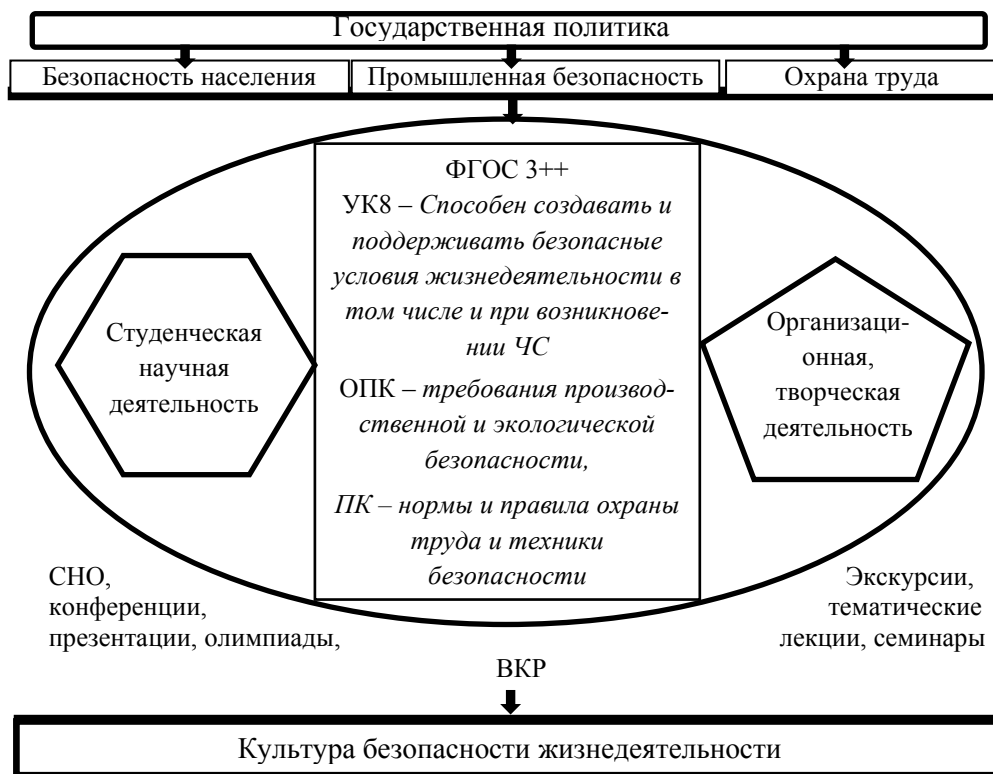


Рисунок 1 – Формирование культуры безопасности жизнедеятельности выпускника вуза

### Литература

1. Бочаров А.В. Роль учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» в формировании у студентов культуры безопасности. // Физическое воспитание и спортивная тренировка. -№ 3 (21). – 2017. -С. 114-119
2. Постановление Правительства РФ от 4 сентября 2003 № 547 «О подготовке населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». URL: <http://kaz.docdat.com/docs/index-102322.html> (дата обращения 08.01.2020)
3. Организационно-методические указания по подготовке населения Российской Федерации в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций и безопасности людей на водных объектах на 2016-2020 годы. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Письмо от 12 ноября 2015 года № 43-5413-11
4. Лепеш Г.В. «Энергоэффективность как основа безопасности жизнедеятельности в техносфере.

/Технико-технологические проблемы сервиса. №2(36), 2016 г. С.3 – 5

5. Основы государственной политики в области обеспечения безопасности населения Российской Федерации и защищенности критически важных и потенциально опасных объектов от угроз природного, техногенного характера и террористических актов на период до 2020 года (утв. Президентом РФ 15 ноября 2011 г. № Пр-3400) ГАРАНТ.РУ: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70041358/#ixzz6CVLYRSOw> (дата обращения 08.01.2020)
6. Основы государственной политики в области промышленной безопасности в Российской Федерации на период до 2025 года и на дальнейшую перспективу. URL: <http://www.gosnadzor.ru/public/discussion/2025/> (дата обращения 08.01.2020)
7. Цвиленева Н.Ю. Место дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» в образовательных программах Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. // Международный научный журнал «Символ науки». -№7. – 2015. С. 172 – 174.

**ОЦЕНКА МЕХАНИЗМОВ СВОБОДНОГО ХОДА КАК ОБЪЕКТОВ СЕРВИСА**О.В. Шарков<sup>1</sup>, С.И. Корягин<sup>2</sup>, М.В. Патрикеев<sup>3</sup>*Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта (БФУ им. Канта), 236041, г. Калининград, ул. А. Невского, 14*

Представлены результаты сравнения технического уровня механизмов свободного хода с цилиндрическими и эксцентриковыми заклинивающимися элементами зарубежных производителей. В качестве критериев сравнения предложены коэффициенты относительного диаметра и массы. Показано, что для различных типов механизмов свободного хода коэффициент относительного диаметра имеет качественное и количественное совпадение.

*Ключевые слова:* механизм свободного хода, технический уровень, сервисное обслуживание, технологическое оборудование.

**ESTIMATION OF FREEWHEEL MECHANISMS AS SERVICE OBJECTS**

O.V.Sharkov, S.I. Korjagin, M.V. Patrikeev

*The Baltic federal university of Immanuel Kant (BFU of Kant), 236041, Kaliningrad, st. A. Nevsky, 14*

The results of comparing the engineering level of freewheel mechanisms with cylindrical and eccentric wedging elements of foreign manufacturers are presented. The coefficients of relative diameter and mass are proposed as comparison criteria. It is shown that for different types of freewheel mechanisms the coefficient of relative diameter has a qualitative and quantitative coincidence.

*Keywords:* freewheel mechanism, engineering level, service, technological equipment.

Одними из наиболее ответственных элементов приводов, во многом определяющих надежность различных машин и технологического оборудования, являются механизмы свободного хода (МСХ). В качестве примеров их использования можно назвать пищевое и полиграфическое оборудование, автотракторные стартеры, автоматические коробки передач, металлорежущие станки и др. [1–7].

Несмотря на большое разнообразие конструкций МСХ в технических системах в основном нашли применение механизмы с цилиндрическими и эксцентриковыми роликами [2].

В настоящее время на внутреннем Российском рынке преимущественно представлены МСХ зарубежных фирм – «GMN», «Ring-spinn», «Stieber» (Германия), «Renold» (Великобритания), «Tsubaki» (Япония). Они предлагают МСХ различного конструктивного испол-

нения с широким диапазоном нагрузочных и габаритных параметров. В табл. 1 приведены основные характеристики МСХ общемашиностроительного применения (величина передаваемого вращающего момента от 50 до 5000 Н·м) зарубежных производителей.

МСХ следует считать невосстанавливаемыми изделиями. Известные попытки их ремонта путем наплавления изношенных рабочих поверхностей внутренней звездочки, замены заклинивающихся роликов и т.п. не приводили к полному восстановлению работоспособности.

Таким образом, при сервисном обслуживании или ремонте технологического оборудования, в случае потери МСХ работоспособности необходимо провести их замену. При этом возникает необходимость сравнительной оценки технического уровня МСХ как объектов сервиса, и выбрать наиболее приемлемую конструкцию механизма.

<sup>1</sup>Шарков Олег Васильевич – доктор технических наук, профессор кафедры машиноведения и технических систем, БФУ им. И. Канта, тел. 8 (4012) 595 585; e-mail: OSHarkov@kantiana.ru

<sup>2</sup>Корягин Сергей Иванович – доктор технических наук, профессор, директор инженерно-технического института, БФУ им. И. Канта, тел. 8 (4012) 595 585; e-mail: SKoryagin@kantiana.ru

<sup>3</sup>Патрикеев Михаил Витальевич – аспирант кафедры машиноведения и технических систем, БФУ им. И. Канта, тел. 8 (4012) 595 585; e-mail: MPatrikeev@stud.kantiana.ru

Таблица 1 – Характеристики механизмов свободного хода

Тип МСХ	Вращающий момент $T$ , Н·м	Рабочий диаметр $D$ , мм	Масса $m$ , кг
Роликовые МСХ			
Тип АЕ фирмы «Stieber» (Германия)	55...3500	37...125	0,3...6,8
Тип VGF фирмы «GMN» (Германия)	90...2350	50...125	0,6...8,9
Тип REUSNU фирмы «Renold» (Великобритания)	49...3275	36...140	0,2...5,8
МСХ с эксцентриковыми роликами			
Тип RSCI фирмы «Stieber» (Германия)	212...4500	66...160	0,30...2,60
Тип BREU фирмы «Tsubaki» (Япония)	607...4739	75...140	2,70...17,2
Тип SF фирмы «Ringspann» (Германия)	200...5000	55...145	0,90...13,3

В настоящее время технический уровень различных машиностроительных изделий принято оценивать количественным параметром, показывающим отношение основных конструктивных характеристик или затраченных материальных средств к полученному результату.

Для МСХ основным полученным результатом является величина передаваемого механизмом вращающего момента –  $T$ .

Основной конструктивной характеристикой МСХ принято считать его рабочий диаметр –  $D$  (рис. 1).

Рабочий диаметр МСХ можно использовать не только для сравнения их радиальных габаритов, но и при расчетах прочности, жесткости, нагрузочной способности и др. Этот диаметр обычно используют в качестве модуля при определении размеров различных конструктивных элементов МСХ. Например, для МСХ с тремя и пятью роликами по ОСТ 27-60-721-84 «Муфты обгонные роликовые. Основные параметры и размеры» диаметр и длина заклинивающегося ролика изменяется в диапазоне

$$d = (0,12 \dots 0,13) D \quad \text{и}$$

$l = (0,20 \dots 0,25) D$ , а длина и толщины внешней обоймы –  $l = (0,35 \dots 0,45) D$  и

$$h = (0,125 \dots 0,20) D$$

При этом параметр  $D$  косвенно учитывает и массо-габаритные характеристики механизмов.

В этом случае, для оценки технического уровня можно использовать коэффициент относительного диаметра, определяемый по формуле

$$K_D = D/T \quad (1)$$

Коэффициент удобен еще и тем, что позволяет увязать возможность установки нового механизма с существующими габаритными размерами.

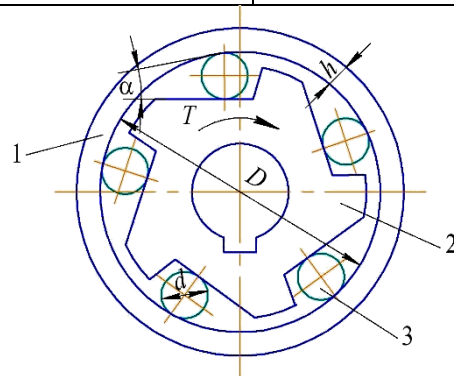


Рисунок 1 – Конструкция роликового МСХ:

- 1 – внешняя обойма; 2 – звездочка;
- 3 – заклинивающийся ролик

Если строгие ограничения на габаритные размеры отсутствуют, тогда параметром, отражающим затраченные средства, является масса  $m$ , в которой интегрировано, пусть и косвенно, отражаются производственные затраты. Такой подход широко используется применительно к редукторам [8] и отражен в ГОСТ 31592–2012 «Редукторы общемашиностроительного применения. Общие технические условия».

Тогда технический уровень МСХ можно оценить коэффициентом относительной массы

$$K_m = m/T \quad (2)$$

Некоторые авторы для сравнения технического уровня МСХ предлагают использовать показатель обратный  $K_m$ , который можно назвать относительным моментом  $K_T = 1/K_m$ .

Например, усредненные значения коэффициента относительного момента МСХ для стартеров составляют:  $K_T = 26,6$  Н·м/кг (роликовые);  $K_T = 39,1$  Н·м/кг (с эксцентриковыми роликами);  $K_T = 24,3$  Н·м/кг (фрикционные);



$K_T = 21,7$  Н·м/кг (пружинные);  $K_T = 59,9$  Н·м/кг (храповые) [9].

Формулы (1) и (2) удобно использовать на практике, т.к. входящие в них параметры приводятся в справочниках, каталогах, статьях и др. При этом следует учитывать, что долговечность сравниваемых МСХ должна быть примерно одинакова.

На рис. 2 и 3 представлены графики, характеризующие зависимость относительных габаритов от передаваемой нагрузки для МСХ иностранных производителей (табл. 1).

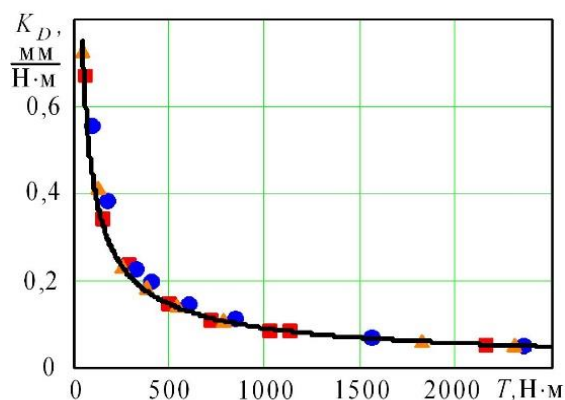


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента относительного диаметра от вращающего момента для роликовых МСХ фирм: ■ – «Stieber»; ● – «GMN»; ▲ – «Renold»

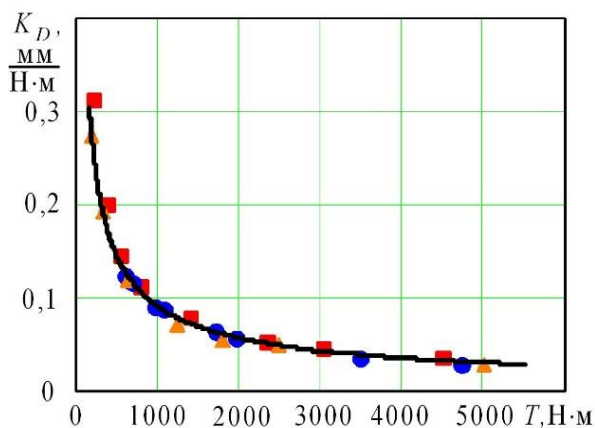


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента относительного диаметра от вращающего момента для МСХ с эксцентриковыми роликами фирм: ■ – «Stieber»; ● – «Tsubaki»; ▲ – «Ringspann»

Анализ полученных результатов показывает, что практически для всех типоразмеров МСХ с цилиндрическими и эксцентриковыми заклинивающимися телами коэффициент  $K_D$  характеризуется качественным и количественным совпадением. На основании использования

регрессионного анализа установлено, что аналитически коэффициент относительного диаметра можно описать степенной зависимостью типа [10]

$$K_D = 10 T^{-0,68} \quad (3)$$

Тогда, решая совместно выражения (1) и (3), можно получить зависимость для ориентировочной оценки необходимых габаритных размеров МСХ

$$D = 10 T^{0,32} \quad (4)$$

Такое совпадение коэффициентов  $K_D$  для МСХ с различным типом заклинивающихся тел можно объяснить единым критерием их работоспособности – величиной допускаемых контактных напряжений  $[\sigma_H]$  в местах соприкосновения заклинивающихся тел с внутренней или внешней обоймами [1–3, 11].

Контактные напряжения возникают под действием нормальных сил, которые можно рассчитать по формулам источников [3] и [12] соответственно:

$$F_N = \frac{4T}{zDtg \alpha} \quad (4)$$

$$F_N = \frac{\psi_l}{0,349 E} \left( \frac{D[\sigma_H]}{\psi_d} \right)^2 \quad (5)$$

где  $\alpha$  – угол заклинивания;  
 $z$  – число заклинивающихся роликов;  
 $\psi_l = l/d$  – коэффициент длины заклинивающего ролика,  $\psi_l = 1 \dots 4$ ;  
 $\psi_d = D/d$  – коэффициент диаметра заклинивающего ролика,  
 $\psi_d = 5 \dots 9$ ;  $E$  – приведенный модуль упругости материала механизма;  
 $[\sigma_H]$  – допускаемое контактное напряжение.

Совместное решение выражений (4) и (5) позволяет получить ориентировочную зависимость величины рабочего диаметра внешней обоймы от передаваемой нагрузки в виде

$$D = \sqrt[3]{\frac{1,39 TE \psi_d^2}{z \psi_l [\sigma_H]^2 tg \alpha}} \quad \text{или} \quad D = \sqrt[3]{TC} \quad (6)$$

где  $C$  – эмпирический коэффициент, зависящий от конкретного типа механизма.

Как видно из формулы (6) для выполнения условия постоянства контактных напряжений  $[\sigma_H]$  при увеличении нагрузки  $T$  рабочий диаметр  $D$  должен изменяться по степенной зависимости близкой к показанной на рис. 2 и 3.

На рис. 4 и 5 представлены графики, характеризующие зависимость коэффициента относительной массы от передаваемой нагрузки для МСХ (табл. 1). Анализ полученных результатов показывает, что наблюдается значительный разброс величины коэффициента  $K_m$  как в зависимости от конструктивных схем МСХ различных производителей, так и от типа тел заклинивания.

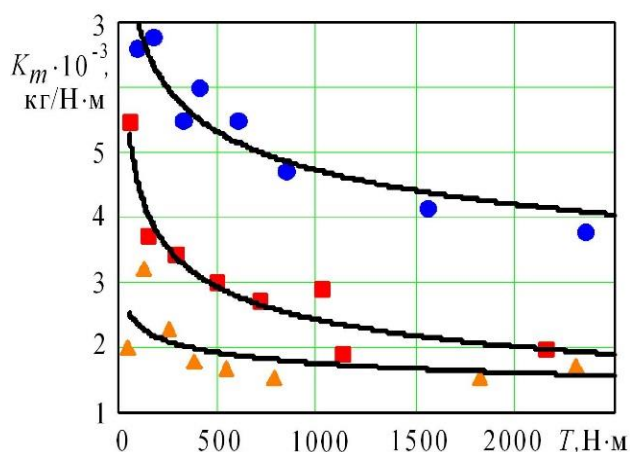


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента относительной массы от вращающего момента для роликовых МСХ фирм: ■ – «Stieber»; ● – «GMN»; ▲ – «Renold»

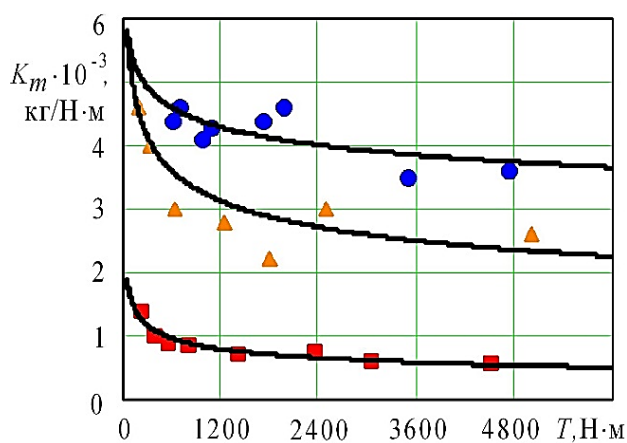


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента относительной массы от вращающего момента для МСХ с эксцентриковыми роликами фирм: ■ – «Stieber»; ● – «Tsubaki»; ▲ – «Ringspann»

Таким образом, коэффициент относительной массы целесообразно использовать преимущественно при технико-экономических расчетах.

Полученные зависимости позволяют предварительно оценить технический уровень различных типов МСХ иностранных производителей и дать рекомендации по подбору наиболее рационального типа механизма для конкретного технологического оборудования.

### Литература

1. Orthwein W.C. Clutches and brakes: design and selection. – New York: Marcel Dekker, 2004. – 330 p.
2. Ряховский О.А., Иванов С.С. Справочник по муфтам – Ленинград: Политехника, 1991. – 384 с.
3. Архангельский Г.В., Архангельский А.Г. Роликовые механизмы свободного хода. – Одесса: Наука и техника, 2009. – 92 с.
4. Sharkov O.V., Koryagin S.I. Operational reliability of free-wheel mechanisms in a pulsed variable-speed drive // Russian Engineering Research. – 2017. – Т.37. – №1. – С. 9–12.
5. Иванов А.С., Ермолаев М.М., Куралина Н.Н., Седова Л.А. Конструирование муфт свободного хода редукторов // Вестник машиностроения. – 2014. – №10. – С. 3–7.
6. Благонравов А.А., Ревняков Е.Н. Механизмы свободного хода импульсных бесступенчатых передач // Автомобильная промышленность. – 2008. – № 6. – С. 16–18.
7. Кропп А.Е. Новые обгонные муфты и области их применения // Вестник машиностроения. – 2005. – № 6. – С. 8–12.
8. Абдуллаев А.И., Наджафов А.М. Качественная оценка технического уровня. Пакетного редуктора // Вестник машиностроения. – 2008. – №12. – С. 6–9.
9. Мартиросов А.Г., Крупский В.И. Выбор перспективного привода для автотракторных стартеров повышенной мощности // VI Всесоюзная научно-техническая конференция по управляемым и автоматическим механическим приводам и передачам гибкой связью: сборник тезисов докладов. – Одесса, 1980. – С. 220–221.
10. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. – Москва: Высшая школа, 1988. – 224 с.
11. Хабрат Н.И. Силовые взаимодействия деталей в роликовой обгонной муфте // Вестник машиностроения. – 2011. – №7. – С. 33–37.
12. Золотов И.А., Шарков О.В. Анализ напряженно-деформированного состояния внешней обоймы роликовых механизмов свободного хода // Известия вузов. Машиностроение. – 2013. – № 10. – С. 36–41. doi:10.18698/0536-1044-2013-10-36-41.

**ОТКАЧИВАНИЕ СТОКОВ ВАКУУМНОЙ МАШИНОЙ**Н.Л. Великанов<sup>1</sup>, В.А. Наумов<sup>2</sup>, С.И. Корягин<sup>3</sup><sup>1,3</sup>*Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта (БФУ им. Канта), 236041, г. Калининград, ул. А. Невского, 14;*<sup>2</sup>*Калининградский государственный технический университет (КГТУ), 236000, г. Калининград, Советский пр., 1*

Приведена математическая модель процесса откачивания стоков вакуумной машиной. Рассмотрены процессы моделирования на примере работы вакуумной автоцистерны. Предложена система дифференциальных уравнений, описывающих работу установки, и состоящая из уравнений откачки воздуха из цистерны, движения жидкости по рукаву и баланса жидкости в цистерне. Представлены зависимости диаметра рукава от обобщенных чисел Рейнольдса, диаметра рукава от изменения объема стоков в цистерне, абсолютного давления в цистерне и обобщенного числа Рейнольдса от времени всасывания при разных значениях влажности стоков, скорости движения жидкости в рукаве, объема стоков в цистерне при разных значениях их влажности.

*Ключевые слова:* гидравлические потери, вакуумный насос, влажность стоков, неньютоновская жидкость

**PUMPING OUT DRAINS WITH A VACUUM MACHINE**

N.L. Velikanov, V.A. Naumov, S.I. Koryagin

*The Baltic federal university of Immanuel Kant (BFU of Kant), 236041, Kaliningrad, st. A. Nevsky, 14; Kaliningrad State Technical University (KSTU), 236000, Kaliningrad, Sovetsky Ave., 1*

A mathematical model of the process of pumping out drains by a vacuum machine is given. Simulation processes are considered using the example of a vacuum tank car. A system of differential equations describing the operation of the plant is proposed, consisting of equations for pumping air out of the tank, the movement of the liquid along the sleeve, and the balance of the liquid in tank car. The dependence of the diameter of the hose from the generalized Reynolds numbers, the diameter of the hose from changes in the volume of water in tank car, the absolute pressure in the tank and the generalized Reynolds number time suction values at different moisture drains, the speed of movement of the fluid in the hose, the volume of water in the tank at different values of humidity.

*Keywords:* hydraulic losses, vacuum pump, runoff humidity, non-Newtonian liquid

Вакуумная цистерна – это особый вид специализированной техники, который необходим для использования в местах с возможно или периодичной утечкой негорючих веществ, требующих оперативного удаления. Отходы удаляются благодаря оборудованию для сбора (вакуумный насос), а выгрузка в месте утилизации осуществляется благодаря системе сброса вещества (создание давления внутри). Вакуумная автоцистерна может быть установлена на шасси грузового автомобиля различной марки и размеров. Рассмотрим моделирование на примере работы вакуумной автоцистерны на шасси КамАЗ 43118 [1] (рис. 1). Параметры установки: объем цистерны 10 м<sup>3</sup>, диаметр ци-

стерны – 1700 мм, рукав напорно-всасывающий диаметр 100 мм и длина 6 м. Имеется вакуумный насос пластинчато-роторный КО-505А потребляемая мощность в номинальном режиме 8 кВт, производительность при отсутствии разряжения 310 м<sup>3</sup>/час.

По инструкции [1] после запуска вакуумного насоса 4 полагается первый этап работы продолжительностью  $T_1 = 60-90$  с, во время которого вентиль 6 закрыт. Этот этап необходим, чтобы давление в цистерне снизилось до необходимого уровня. На втором этапе вентиль 6 открывают, и начинается движение жидкости по рукаву 3 под действием перепада давлений.

<sup>1</sup>*Великанов Николай Леонидович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой машиностроения и технических систем, БФУ им. И. Канта, тел. 8 (4012) 595 585; e-mail: monolit8@yandex.ru;*

<sup>2</sup>*Наумов Владимир Аркадьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водных ресурсов и водопользования, КГТУ, тел. 8 (4012) 99 53 37; e-mail: vladimir.naumov@klgtu.ru;*

<sup>3</sup>*Корягин Сергей Иванович – доктор технических наук, профессор, директор инженерно – технического института, БФУ им. И. Канта, тел. 8 (4012) 595 585; e-mail: SKoryagin@kantiana.ru*

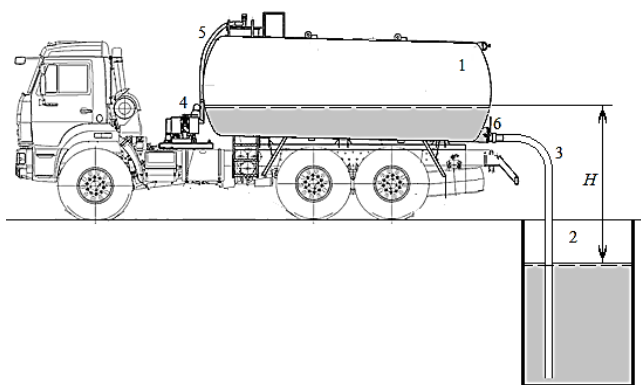


Рисунок 1 – Схема откачки канализационных стоков: 1 – цистерна; 2 – канализационный колодец; 3 – рукав; 4 – вакуумный пластинчато-роторный насос; 5 – трубопровод насоса; 6 – люк и вентиль

Система дифференциальных уравнений (1) - (3), описывающих работу установки, включает уравнение откачки воздуха из цистерны [2], уравнение движения жидкости по рукаву (уравнение Бернулли при переменном перепаде давления [3]) и уравнение баланса жидкости в цистерне:

$$\begin{aligned} (V(t) - V_0) \cdot \frac{d p}{d t} &= \dots \\ \dots &= f_1(p(t)) \cdot (k \cdot p_A - (1 + k) \cdot p(t)), \\ p(0) &= p_A; \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} L \frac{d W}{d t} &= \frac{1}{\rho} \cdot (p_A - p(t)) - g H(t) - \frac{W^2}{2} \cdot (1 + \zeta), \\ W(0) &= 0; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{d V}{d t} &= S \cdot W(t), \quad V(0) = 0, \\ \zeta &= \Sigma \zeta_M + \lambda \frac{L}{d}, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $V$  – объем жидкости в цистерне;  
 $p(t)$  – абсолютное давление в цистерне;  
 $p_A$  – атмосферное давление;  
 $t$  – время;  
 $k$  – коэффициент утечки;  
 $f_1(p)$  – зависимость производительности вакуумного насоса от давления в цистерне;  
 $W$  – скорость движения жидкости в рукаве;  
 $\rho$  – плотность жидкости;  
 $g$  – ускорение свободного падения;  
 $L, S$  – соответственно, длина и площадь поперечного сечения рукава;  
 $H$  – перепад высот;  
 $d$  – внутренний диаметр рукава;  
 $\zeta_M$  – коэффициент местных гидравлических потерь;  
 $\lambda$  – коэффициент гидравлических потерь на трение. В дальнейшем будем считать  $\zeta \approx 1,1 \cdot \lambda L / d$ .

Примерная зависимость производительности вакуумного насоса  $G=f_1(p)$  и его затраченной мощности  $N=f_2(p)$  от давления всасывания была найдена с помощью методики [4, 5] по опорным точкам, приведенным в техническом паспорте [1]. Максимальная производительность вакуумного насоса при атмосферном давлении  $G = 310 \text{ м}^3/\text{час} = 0,0861 \text{ м}^3/\text{с}$ ; минимальное абсолютное давление, создаваемое вакуумным насосом,  $p_V = 15 \text{ кПа}$ . Затраченная мощность в номинальном режиме  $N_0 = 8 \text{ кВт}$ .

Зависимость затраченной мощности вакуумного насоса от давления всасывания позволяет рассчитать работу

$$A_z = \int_0^T f_2(p(t)) dt, \quad (4)$$

где  $T$  – полное время работы вакуумного насоса.

Полезная (гидравлическая) работа рассчитывается по найденной зависимости скорости жидкости и перепада давления от времени:

$$A_n = S \cdot \int_0^T (p_A - p(t)) \cdot W(t) dt. \quad (5)$$

Откуда коэффициент полезного действия установки  $\eta = 100 \cdot A_n / A_z$ .

Канализационные стоки относятся к неньютоновским жидкостям. Гидравлические потери при течении таких жидкостей по трубам и каналам очень сильно зависят от их структуры (типа) и реологических параметров: пластической (динамической вязкости)  $\mu_0$  и предельного напряжения сдвига  $\tau_0$ . Для различных жидкостей выбирают подходящую реологическую модель (см. [6-8] и библиографию в них). В данной работе воспользуемся рекомендациями [9] для стоков животноводческих ферм. В левой части табл. 1 приведены реологические параметры стоков в зависимости от влажности.

Таблица 1 – Параметры стоков животноводческих ферм

Влажность К, %	Справочные значения [9]			Рассчитанные значения		
	$\mu_0$ , Па·с	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\tau_0$ , Па	T, с	Q, дм <sup>3</sup> /с	$\eta$ , %
86	0,70	1054	50	596	16,8	16,5
87	0,52	1050	30	455	22,0	21,2
90	0,28	1038	9,0	403	24,8	23,7
94	0,10	1022	0,9	365	27,4	25,8
100	0,00114*	1000	-	314	31,8	29,4

\*Для чистой воды при 15°С.

Воспользуемся эмпирической формулой для расчета гидравлических потерь при тече-

нии стоков в ламинарном режиме (при  $Re_f < 1500$ ) [9]:

$$\lambda_L = \frac{9,3 + 255 d}{Re_f},$$

$$Re_f = \left( \frac{\mu_0}{\rho W d} + \frac{\tau_0}{6 \rho W^2} \right)^{-1}, \quad (6)$$

где  $Re_f$  – обобщенное число Рейнольдса.

Для турбулентного режима используем известную формулу Альтшуля:

$$\lambda_T = 0,11 \cdot \left( \frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re_f} \right)^{-0,25}, \quad (7)$$

где  $\Delta$  – абсолютная эквивалентная шероховатость рукава.

Задача Коши (1 – 3) решалась численным методом в среде Mathcad. Далее приведены результаты расчета откачки стоков из канализационного колодца объемом  $10 \text{ м}^3$ , глубиной 4 м (рис. 2-4). Длина рукава принята 6 м. На рис. 3 – 4 внутренний диаметр рукава  $d = 0,1 \text{ м}$ . Видно, что производительность установки сильно зависит от влажности стоков  $K$ . Время полной откачки увеличивается с ростом плотности и вязкости жидкости. При этом давление в цистерне меняется незначительно с изменением  $K$  (см. рис. 4а). По рис. 4б только для чистой воды и стоков с влажностью  $K = 94\%$  течение происходит в турбулентном режиме. При меньшей влажности реализуется ламинарный режим течения стоков в рукаве.

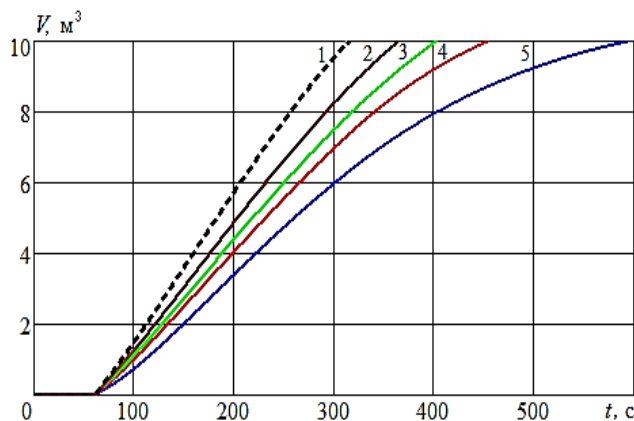


Рисунок 2 – Изменение во время всасывания объема стоков в цистерне при разных значениях их влажности: 1 –  $K = 100\%$  (вода); 2 –  $K = 94\%$ ; 3 –  $K = 90\%$ ; 4 –  $K = 87\%$ ; 5 –  $K = 86\%$

При разных значениях влажности стоков были рассчитаны и внесены в табл. 1 полное время откачки  $T$ , средняя производительность  $Q = V_0/T$ , и коэффициент полезного действия  $\eta$ . Такой показатель, как КПД при отка-

чивании стоков заметно ниже, а время – выше, чем при перекачивании воды.

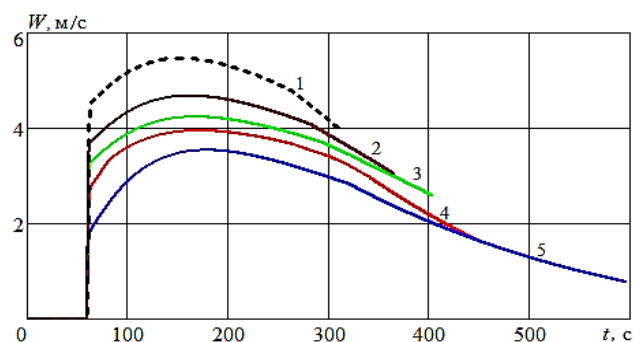


Рисунок 3 – Изменение во время всасывания скорости движения жидкости в рукаве при разных значениях  $K$ : 1 –  $K = 100\%$  (вода); 2 –  $K = 94\%$ ; 3 –  $K = 90\%$ ; 4 –  $K = 87\%$ ; 5 –  $K = 86\%$

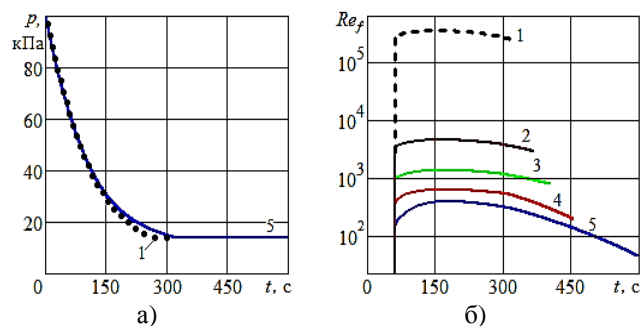


Рисунок 4 – Изменение во время всасывания стоков: а) – абсолютное давление в цистерне, б) – обобщенное число Рейнольдса при разных значениях влажности свиных стоков: 1 –  $K = 100\%$  (вода); 2 –  $K = 94\%$ ; 3 –  $K = 90\%$ ; 4 –  $K = 87\%$ ; 5 –  $K = 86\%$

На рис. 5 – 9 представлены результаты расчета при различных диаметрах рукава. На рис. 10 – 11 показано влияние продолжительности первого этапа на изменение скорости движения жидкости и давление в цистерне.

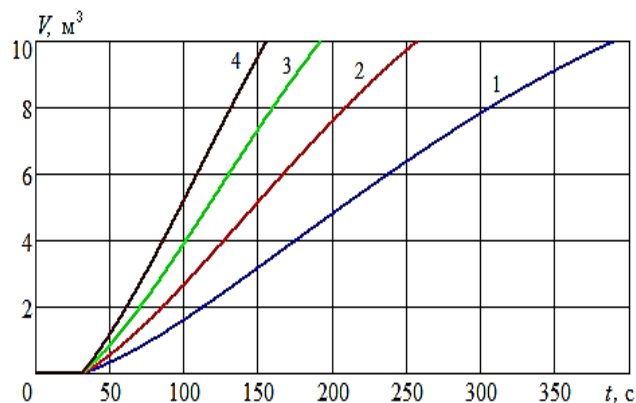


Рисунок 5 – Влияние диаметра рукава на изменение объема стоков в цистерне при  $K = 90\%$ ,  $T_1 = 30 \text{ с}$ : 1 –  $d = 100 \text{ мм}$ ; 2 –  $d = 125 \text{ мм}$ ; 3 –  $d = 150 \text{ мм}$ ; 4 –  $d = 175 \text{ мм}$

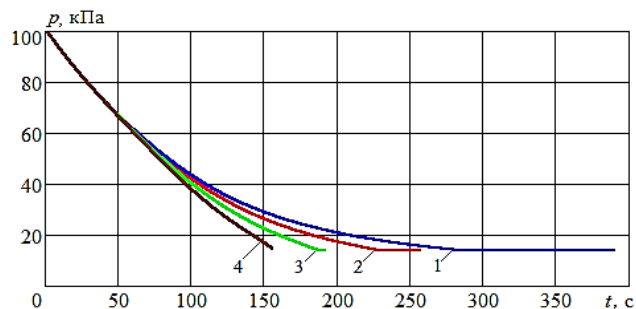


Рисунок 6 – Влияние диаметра рукава на изменение давления в цистерне при  $K = 90\%$ ,  $T_1 = 30\text{с}$ : 1 –  $d = 100\text{ мм}$ ; 2 –  $d = 125\text{ мм}$ ; 3 –  $d = 150\text{ мм}$ ; 4 –  $d = 175\text{ мм}$

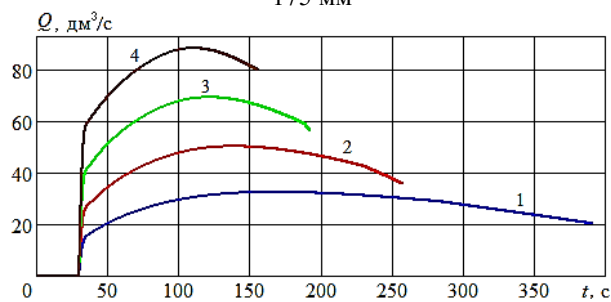


Рисунок 7 – Влияние диаметра рукава на изменение расхода жидкости во время всасывания при  $K = 90\%$ ,  $T_1 = 30\text{с}$ : 1 –  $d = 100\text{ мм}$ ; 2 –  $d = 125\text{ мм}$ ; 3 –  $d = 150\text{ мм}$ ; 4 –  $d = 175\text{ мм}$

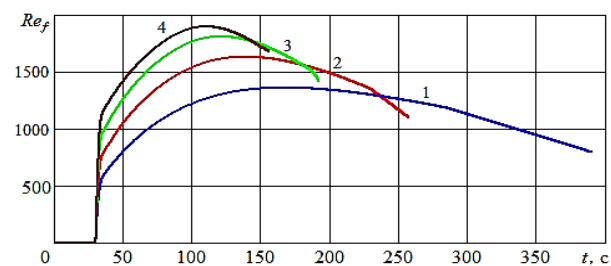


Рисунок 8 – Влияние диаметра рукава на изменение обобщенных чисел Рейнольдса при  $K = 90\%$ ,  $T_1 = 30\text{с}$ : 1 –  $d = 100\text{ мм}$ ; 2 –  $d = 125\text{ мм}$ ; 3 –  $d = 150\text{ мм}$ ; 4 –  $d = 175\text{ мм}$

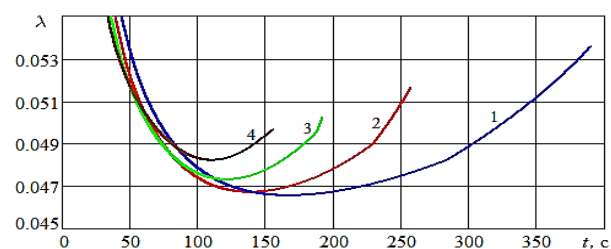


Рисунок 9 – Влияние диаметра рукава на изменение коэффициента потерь на трение при  $K = 90\%$ ,  $T_1 = 30\text{с}$ : 1 –  $d = 100\text{ мм}$ ; 2 –  $d = 125\text{ мм}$ ; 3 –  $d = 150\text{ мм}$ ; 4 –  $d = 175\text{ мм}$

### Литература

1. Челябинский машиностроительный завод. Автоцистерна вакуумная на шасси КамАЗ 43118 [Электронный ресурс]. – URL: <https://chmz.org/produktsiya/element/mv-10-kamaz-43118/> (дата обращения: 31.01.2019).

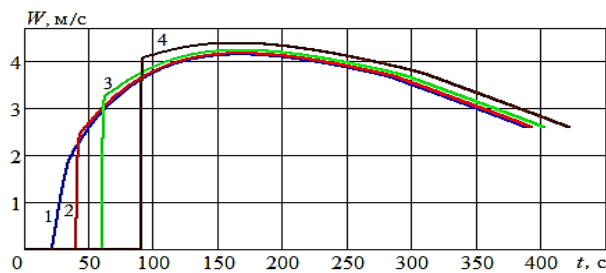


Рисунок 10 – Влияние продолжительности первого этапа на изменение скорости движения жидкости при:  $K = 90\%$ ,  $d = 100\text{ мм}$ : 1 –  $T_1 = 20\text{с}$ ; 2 –  $T_1 = 40\text{с}$ ; 3 –  $T_1 = 60\text{с}$ ; 4 –  $T_1 = 90\text{с}$

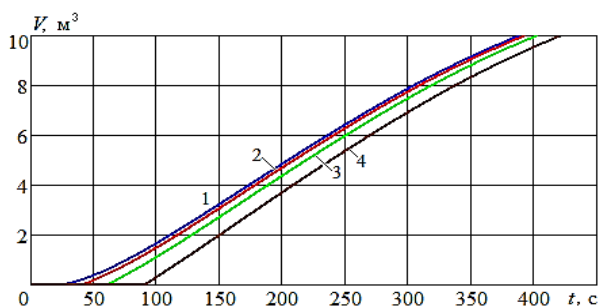


Рисунок 11 – Влияние продолжительности первого этапа на изменение объема стоков в цистерне при:  $K = 90\%$ ,  $d = 100\text{ мм}$ : 1 –  $T_1 = 20\text{с}$ ; 2 –  $T_1 = 40\text{с}$ ; 3 –  $T_1 = 60\text{с}$ ; 4 –  $T_1 = 90\text{с}$

2. Великанов Н.Л., Наумов В.А. Динамические характеристики вакуумных насосов и компрессоров рыбопососных установок // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 1. – С. 79-83.

3. Наумов В.А. Механика движения неоднородных сред: учебник. – Калининград, 2005. – 125 с.

4. Великанов Н.Л., Наумов В.А. Компрессорные машины вакуумных рыбопососов // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 6. – С. 78-81.

5. Великанов Н.Л., Наумов В.А. Моделирование характеристик водокольцевых вакуумных насосов // Известия вузов. Машиностроение. – 2019. – № 10. – С. 70-77.

6. Зверева В.А., Гулякин А.В. Аномальный способ снижения гидравлических сопротивлений // Вологодские чтения. – 2012. – № 80. – С. 154-156.

7. Рябинин М.В., Труханов К.А. Методика определения потерь на трение в гидравлически гладкой трубе для псевдопластичных жидкостей // Современные проблемы науки и образования: электронный научный журнал. – 2015. – № 1. – URL: <https://science-education.ru/pdf/2015/1/1857.pdf>.

8. Булатов А.И. Системный анализ исследований течения вязко-пластичных жидкостей – глинистых и цементных растворов // Бурение и нефть. – 2016. – № 3. – С. 18-23.

9. Методические рекомендации РД-АПК 1.10.15.02-08 по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. Утверждены Министерством сельского хозяйства РФ 29.04.2008. – Москва: Минсельхоз, 2008. – 97 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ НОМОГРАММ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ПАРКА

Е.Е. Кузнецов<sup>1</sup>, С.В. Щитов<sup>2</sup>, З.Ф. Кривуца<sup>3</sup>

*Дальневосточный государственный аграрный университет,  
675005, Россия, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86*

При выборе средств доставки грузов необходимым является снижение затрат на выполнение транспортной работы. Проведённые теоретические и натурные исследования позволили рассчитать, и предложить производственные номограммы, дающие возможность определять затраты на единицу выполненной работы без применения математических расчётов.

*Ключевые слова:* транспортное средство, затраты, номограмма, длина пробега, грузоподъёмность

### IMPLICATION PRODUCTION NOMOGRAM FOR ATTRIBUTION EFFICIENCY AUTOMOTIVE TRANSPORT

E.E. Kuznetsov, S.V. Shitov, Z.F. Krivutsa  
*Far Eastern state agrarian University,*

*86 Politechnicheskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, Russia, 675005*

When choosing delivery vehicles is necessary is to reduce the cost of transport work. The theoretical and in-kind studies made it possible to calculate, and to offer production nomograms, allowing to determine the cost per unit of work performed without the use of mathematical calculations.

*Keywords:* vehicle, costs, nomogram, mileage, payload

**Введение.** В производственных условиях при эксплуатации автомобильного транспорта нередко возникают сложности при экономической оценке эффективности использования автомобильного транспорта. Поэтому для производителей чрезвычайно важно, чтобы процесс оценки эффективности грузотранспортных операций был как можно менее трудоёмким и финансово-затратным [3]. Известно, что эффективность использования автомобильного транспорта во многом зависит от объёма выполненных работ за один и тот же промежуток времени. Кроме этого, ранее проведённые исследования [1,2] показывают, что основными системообразующими параметрами, влияющими на объём выполненных работ являются скорость движения, расстояние грузоперевозок, масса груза, время, затраченное на выполнение данной технологической операции и естественно-производственные условия, в которых выполняется транспортная операция. При этом все вышеперечисленные факторы необходимо определять с использованием современных приборно-диагностических методов и способов обеспечивающих точность и достоверность измерений. При проведённых исследованиях это было достигнуто за счёт использования систем глобального позиционирования ГЛОНАСС и

GPS, которые удовлетворяют перечисленным требованиям, учитывая важность результатов, так как любой из обозначенных факторов может существенно повлиять на конечный результат, а именно точность и результативность предлагаемой номограммы.

Исследования по разработке номограмм, позволяющих определить эффективность использованию транспортных средств, проведены на примере автотранспортного комплекса предприятий сельскохозяйственного назначения в Амурской области. В предлагаемой статье приводятся результаты многолетних исследований по практическому определению эффективности использования транспортных средств за счёт применения номограмм.

**Материалы и методы.** При рассмотрении данного вопроса за основу были взяты методика по использованию системы ГЛОНАСС и GPS на автомобильном транспорте, а также методические рекомендации и авторские разработки по оценке состояния дорожного покрытия, как основы движения. Использование данных методик и рекомендаций позволило всестороннее рассмотреть процесс повышения эффективности использования транспортных средств с учетом реальных взаимосвязей системообразующих параметров.

<sup>1</sup>Кузнецов Евгений Евгеньевич, доктор технических наук, доцент, e-mail: [ji.tor@mail.ru](mailto:ji.tor@mail.ru)

<sup>2</sup>Щитов Сергей Васильевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: [shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru)

<sup>3</sup>Кривуца Зоя Фёдоровна, доктор технических наук, доцент, e-mail: [zfk20091@rambler.ru](mailto:zfk20091@rambler.ru)

Экспериментальные исследования проводились в реальных условиях эксплуатации автомобильного транспорта на дорогах, не обладающих высокими коэффициентами сцепления, типичных для Амурской области

Результаты исследований обрабатывались с помощью современных методов обработки, применением специализированных программ Mathcad и SigmaPlot v.11.0.

**Теория.** Эффективность использования автомобильного парка напрямую зависит от следующих показателей: скорости движения, массы перевозимого груза, дальности поездок и условий эксплуатации (в частности коэффициента сцепления колёс с поверхностью). Для Амурской области характерны условия, когда эксплуатация автомобильного парка происходит в условиях, неполной реализации своих тягово-сцепных возможностей по ряду объективных причин: низкой несущей способности покрытия по которому он движется (в весенне-осенний период), наличия снежного покрова и гололёда (зимой). Для выполнения работ, особенно в зимний период, на практике прибегают к следующему методу – используя недогруз транспортного средства, чтобы обеспечить трогание с места в вышеперечисленных условиях.

Это всё приводит к снижению эффективности использования автомобильного парка. Одним из способов решения данной проблемы, как отмечалось ранее в работах [4,5] является использование устройств, позволяющих обеспечить кратковременное увеличение нагрузки на ведущие колёса автомобиля за счёт рационального перераспределения веса приходящегося на колёса прицепа.

Снижение массы перевозимого груза напрямую влияет на величину затрат и как следствие на эффективность Э работы автомобиля в целом:

$$\Theta = f(M) = f(K_c), \quad (1)$$

где  $M$  – масса перевозимого груза, т;

$K_c$  – коэффициент учитывающий величину перераспределения веса между колёсами автомобиля и прицепа.

Коэффициент, учитывающий параметры перераспределения сцепного веса между колёсами автомобиля и прицепа в общем случае определяется по формуле

$$K_c = M / M_{оп} \quad (2)$$

где  $M_{оп}$  – оптимальная масса перевозимого груза предусмотренная заводом изготовителем (грузоподъёмность), т.

Этот коэффициент особенно важен для условий Амурской области, где на протяжении выполнения одной транспортной операции состояние дороги и коэффициент дорожного сцепления способны изменяться несколько раз, особенно зимой, поэтому при планировании транспортных работ необходимо введение коэффициента, учитывающего состояние дорог в

зависимости от условий эксплуатации. Для условий Амурской области в зависимости от времени эксплуатации одна и та же дорога может иметь коэффициент сцепления от 0,35 до 0,80.

В общем случае коэффициент состояния дороги, в зависимости от условий эксплуатации можно определить следующим образом:

$$K_{сд} = \varphi_{сцс} / \varphi_{сцн}. \quad (3)$$

При этом за коэффициент сцепления нормального состояния дороги принимаем дорогу, у которой данный коэффициент наибольший.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что при определении эффективности использования автомобильного транспорта необходимо учитывать коэффициент состояния дорожного покрытия, который напрямую зависит от коэффициента, учитывающего перераспределение веса между колёсами автомобиля и прицепа. Таким образом, при работе автомобильного транспорта в условиях бездорожья или временного ухудшения дорожного покрытия, повысить эффективность использования автомобильного транспорта возможно за счёт применения устройств позволяющих увеличить величину  $K_{сд}$ , что позволит сохранить значения показателей тягово-сцепных свойств, соответствующих обычным условиям эксплуатации.

**Результаты и обсуждение.** Для выполнения поставленной задачи были проведены экспериментальные исследования с автомобилем КАМАЗ – 45143 агрегатированном прицепом НЕФА3-8560-02 и установленным перераспределяющим устройством, выполненному по патенту РФ № 2493018 – тросопневматическое тягово-догружающее устройство (ТГДУ), авторы – Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Кривуца З.Ф., обеспечивающим кратковременное перераспределение веса между колёсами автомобиля и прицепа

В качестве примера на рисунке 1 представлена номограмма определения величины затрат в зависимости от состояния дороги.

Влияние коэффициента учитывающего состояние дороги на величину затрат, проследим по номограмме, составленной для автомобиля КАМАЗ-45143 с прицепом НЕФА3-8560-02 для двух вариантов: движение без груза ( $\gamma=0$ ) и движение с грузом ( $\gamma=1$ ).

Для построения номограммы использовались данные, полученные с помощью навигационной системы мониторинга движения транспорта ГЛОНАСС и GPS.

Анализ предложенной диаграммы показывает, что при значении коэффициента состояния дороги  $K_c=0,45$ , что соответствует состоянию грунтовой дороги после дождя при движении автомобиля со скоростью 55 км/ч с грузом величина затрат составит 3,7 МДж/т, а при ис-



пользовании ТТДУ уменьшится до 3,2 МДж/т, то есть снижаются на 14%. Поэтому при планировании работ, связанных с перевозкой груза необходимо учитывать состояние дорог в зависимости от условий эксплуатации, используя предлагаемую номограмму, позволяющую определить предстоящие затраты не делая сложных математических расчётов практически

без затрат времени. Для перевода полученных значений в рублёвый эквивалент в данном случае необходимо полученную величину затрат разделить на теплотворную способность используемого топлива и умножить его на цену, сложившуюся в регионе в данный промежуток времени.

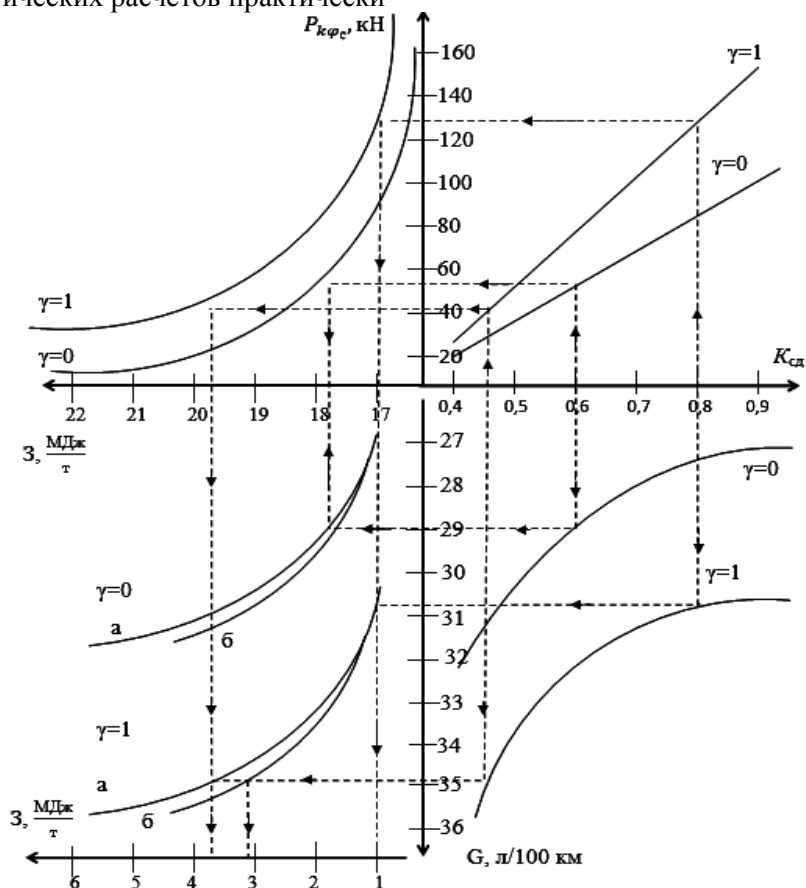


Рисунок 1 – Влияние коэффициента состояния дорог на величину затрат при выполнении грузоперевозок: а) при выключенном ТТДУ; б) при включенном ТТДУ

**Вывод.** Экспериментально установлено, что в процессе выполнения транспортной операции одна и та же дорога может иметь разный коэффициент сцепления, в связи с чем при определении величины затрат с учётом состояния дороги, возможно применение производственных номограмм, разработанных с целью сокращения математических расчётов практически без затрат времени.

#### Литература

1. Алдошин, Н.В. Повышение производительности при перевозке сельскохозяйственных грузов / Н.В. Алдошин, Пехутов А.С. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. –2012.- №4.- С. 26-27
2. Гоберман, В.А. Автомобильный транспорт в сельскохозяйственном производстве: Эффективность и качество работы, оценка и разработка организационно-технических решений / В.А. Гоберман. – М.: Транспорт, 1986. – 287с.
3. Щитов, С.В. Энергетическая оценка транспортно-технологического обеспечения производства

сельскохозяйственных культур / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца // Вестник «Красноярского государственного аграрного университета». – 2011. – № 11. – С. 180 – 185.

4. Increasing the Efficiency of Transport and Technological Complexes Used in Crop Harvesting/ S. V. Shchitov, Z. F. Krivuca, Yu. B. Kurkov, A. V. Burmaga, E. E. Kuznetsov, O. P. Mitrokhina, E. V. Popova// Journal of Engineering and Applied Sciences, Year: 2018, Volume:13, Issue:16.DOL:10.3923/jeasci.2018.6512.65.URL: <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/jeasci/2018/6850-6854.pdf> Дата обращения: 15.01.2019 года

5. Experimental studies of the effectiveness of the design for the cross-axle redistribution of the weight load of the car / S.V. Shchitov., Z.F. Krivutsa, O.A. Kuznetsova// International Journal of Applied Engineering Research. (IJAER) ISSN 0973-4562 Volume 14, Number 24 (2018) pp. 16747-16752. [https://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n24\\_04.pdf](https://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n24_04.pdf) (дата обращения: 15.01.2019).



# МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 62-8:621.5:532.54

## РАБОТА ВОДОКОЛЬЦЕВОГО КОМПРЕССОРА С ПНЕВМОПРОВОДОМ

Н.Л. Великанов<sup>1</sup>, В.А. Наумов<sup>2</sup>, С.И. Корягин<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>*Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта (БФУ им. Канта), 236041, г. Калининград, ул. А. Невского, 14;*  
<sup>2</sup>*Калининградский государственный технический университет (КГТУ), 236000, г. Калининград, Советский пр., 1*

В статье рассмотрены особенности определения характеристик водокольцевых компрессоров при их работе с пневмопроводом, в частности учтены процессы сжатия. Применены нагрузочные характеристики компрессора ВК-3М1. Получены зависимости производительности от давления, пересчитанные на условия нагнетания с допущением об изотермическом процессе сжатия с использованием многочленов второго и третьего порядка. Построены графики функций безразмерного расхода на выходе из трубы от отношения давлений нагнетания и атмосферного. Расчеты проведены для различных чисел Маха и обобщенных коэффициентов гидравлического сопротивления трубопровода.

*Ключевые слова:* водокольцевой компрессор, воздухопровод, давление нагнетания

### OPERATION OF WATER RING COMPRESSOR WITH AIR DUCT

N. L. Velikanov, V. A. Naumov, S. I. Koryagin

*The Baltic federal university of Immanuel Kant (BFU of Kant), 236041, Kaliningrad, st. A. Nevsky, 14; Kaliningrad State Technical University (KSTU), 236000, Kaliningrad, Sovetsky Ave., 1*

The article considers the features of determining the characteristics of water-ring compressors when they work with a pneumatic pipeline, in particular, the compression processes are taken into account. Applied load characteristics of compressor VK-3M1. The dependences of productivity on pressure are obtained, calculated on the conditions of injection with the assumption of an isothermal compression process using polynomials of the second and third order. Graphs of functions of dimensionless flow rate at the outlet of the pipe from the ratio of discharge pressure and atmospheric pressure are constructed. Calculations are carried out for different Mach numbers and generalized coefficients of hydraulic resistance of the pipeline.

*Keywords:* water-ring compressor, air duct, discharge pressure

В качестве ключевого компонента мягких роботов мягкие приводы отвечают за создание движения. Были проведены исследования по поиску эффективных и систематических инструментов проектирования для различных применений мягких приводов. В работе [1] представлен метод проектирования с использованием поля главных деформаций для достижения требуемых форм в мягких исполнительных механизмах. Разработана модель исполнительного механизма, состоящая из пневматической камеры и адаптивной каркасной ограни-

чительной конструкции, на основе входных данных исходной и целевой форм в предварительном моделировании. Рамная конструкция ограничивает привод в перпендикулярном направлении относительно направления растяжения в основном поле деформации. Эвристический метод использован для того, чтобы оптимизировать структуру рамки и пневматическое давление для достижения необходимой формы. Два адаптивных захвата изготовлены для проверки эффективности этого метода проектирования [1].

<sup>1</sup>*Великанов Николай Леонидович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой машиноведения и технических систем, БФУ им. И. Канта, тел. 8 (4012) 595 585; e-mail: monolit8@yandex.ru;*

<sup>2</sup>*Наумов Владимир Аркадьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водных ресурсов и водопользования, КГТУ, тел. 8 (4012) 99 53 37; e-mail: vladimir.naumov@klgtu.ru;*

<sup>3</sup>*Корягин Сергей Иванович – доктор технических наук, профессор, директор инженерно – технического института, БФУ им. И. Канта, тел. 8 (4012) 595 585; e-mail: SKoryagin@kantiana.ru*

Мягкая робототехника обеспечивает новое решение для процессов автоматизации, которые требуют высокой гибкости и безопасного взаимодействия с человеком или тонкими объектами [2]. Мягкий пневматический привод наиболее распространенный тип приводов в мягкой робототехнике, соответственно на него растет спрос. Однако существующие методы проектирования и производства пневматических приводов часто весьма трудоемки и ресурсоемки. В работе [2] представлен новый метод оптимизации конструкции: компьютерное моделирование с использованием метода конечных элементов и модели для гиперупругого материала. Значение постоянной материала определяется на основе изучения производительности прототипа. Для проверки этого метода были изготовлены, испытаны и смоделированы пневматические приводы с различной геометрией, получены значения постоянной материала [2].

Математическое моделирование широко используется для совершенствования систем пневмотранспорта (см. [3-6] и библиографию в них). Объектом изучения в данной статье является транспортная система на базе одноступенчатого водокольцевого компрессора, принципиальная схема которой показана на рис.1. Давление  $P_0$  на выходе транспортной магистрали равно атмосферному  $P_A$  (или близко к нему). Предельное давление на выходе водокольцевого компрессора не превышает 250 кПа. Рассматриваем условия, при которых реализуется турбулентный режим течения газа в трубопроводе; область гидравлического сопротивления в трубе – квадратичная.

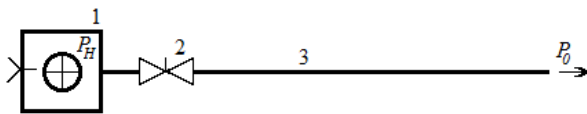


Рисунок 1 – Принципиальная схема нагнетательной системы: 1 – водокольцевой компрессор, 2 – вентиль, 3 – трубопровод

Нагрузочные характеристики водокольцевого компрессора российского производства ВК-3М1 [7] показаны на рис. 2. Приведены следующие параметры:  $P$  – абсолютное давление нагнетания кПа;  $Q$  – производительность м<sup>3</sup>/мин;  $N$  – потребляемая мощность, кВт. В техническом паспорте имеется график производительности  $Q_B$ , приведенной к давлению всасывания. Ее необходимо пересчитать на условия нагнетания. При моделировании работы водокольцевого компрессора полагают процесс сжатия изотермическим:

$$Q = Q_B \cdot P / P_A \quad (1)$$

Далее будем показывать производительность  $Q$ , пересчитанную на условия нагнетания. Экспериментальные точки на рис. 2 могут быть аппроксимированы зависимостями:

$$N(P) = A_0 + A_1 \cdot P + A_2 \cdot P^2, \quad (2)$$

$$Q(P) = B_0 + B_1 \cdot P + B_2 \cdot P^2 + B_3 \cdot P^3. \quad (3)$$

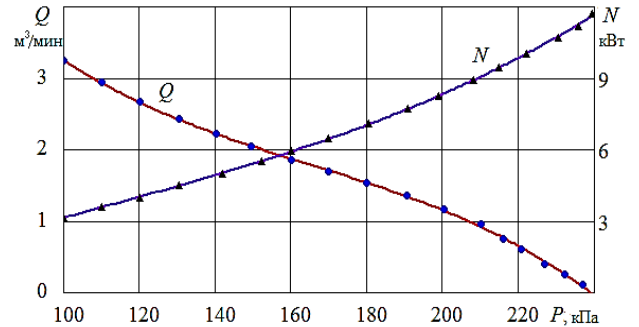


Рисунок 2 – Нагрузочные характеристики компрессора ВК-3М1: Точки – экспериментальные данные [7], линии – расчет по (2), (3)

Для дальнейших расчетов требуется привести нагрузочные характеристики водокольцевого компрессора к безразмерной форме (рис. 3):

$$n(p) = \psi(p) = a_0 + a_1 \cdot p + a_2 \cdot p^2; \quad (4)$$

$$q = f(p) = b_0 + b_1 \cdot p + b_2 \cdot p^2 + b_3 \cdot p^3; \quad (5)$$

$$p = P / P_A, \quad q = Q / Q_M, \quad n = N / (P_A \cdot Q_M), \quad (6)$$

где  $Q_M$  – подача при давлении нагнетания, равном атмосферному  $P_A$ . Значения эмпирических коэффициентов, найденные методом наименьших квадратов для ВК-3М1,  $a_0 = 0,378$ ;  $a_1 = -0,156$ ;  $a_2 = 0,358$ ;  $b_0 = 3,35$ ;  $b_1 = -4,08$ ;  $b_2 = 2,17$ ;  $b_3 = -0,44$ . Для других моделей ВКК [3] коэффициенты безразмерных характеристик отличаются незначительно.

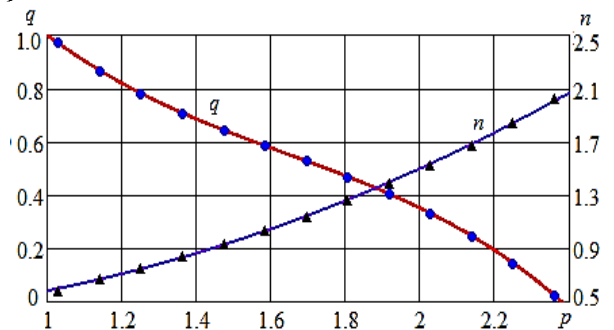


Рисунок 3 – Безразмерные нагрузочные характеристики компрессора ВК-3М1. Точки – экспериментальные данные [7], линии – расчет по (4), (5)

Баланс закачиваемого воздуха водокольцевого компрессора (кг/с):

$$G_H = G_B + G_E + G_g, \quad (7)$$

где  $G_H = \rho_H Q_H$  – массовый расход ВКК;  
 $G_E$  – массовый расход в трубопроводе;  
 $G_B$  – массовый расход в окружающую среду, обусловленный нарушением герметичности;

$G_g$  – массовый расход газовой выделению.  
 Для перепадов давления, создаваемых водокольцевым компрессором,  $G_g$  можно пренебречь.

Полагаем газ совершенным с уравнением состояния

$$P = \rho \cdot R \cdot T, \quad (8)$$

где  $R$  – газовая постоянная, равная универсальной газовой постоянной, деленной на молекулярную массу;

$P$  – давление;

$T$  – термодинамическая температура газа.

Процесс в водокольцевом компрессоре близок к изотермическому, поэтому (7) можно переписать как равенство газовых потоков, используемое в вакуумной технике:

$$P_H \cdot Q_H = Q_B \cdot (P_H - P_A) + P_A \cdot Q_E.$$

В (9) использована часто применяемая гипотеза (см., например, [8]): массовый расход из-за негерметичности прямо пропорционален разности давлений в камере и окружающей среде.

При моделировании установившегося течения газа в транспортной трубе воспользуемся методом [9]. С учетом постоянства площади поперечного сечения трубы  $S$ :

$$G = G_E / S = \rho \cdot W = p \cdot W / (R \cdot T) = const,$$

$$W = G / \rho = GRT / P. \quad (10)$$

где  $\rho$ ,  $W$  – средние по сечению трубы плотность и скорость газа, соответственно;

$S = \pi D^2 / 4$ ,  $D$  – диаметр трубы.

Уравнение движения (количества движения):

$$\rho W \frac{dW}{dX} = - \frac{dP}{dX} - \lambda \rho \frac{W^2}{2D}, \quad (11)$$

где  $\lambda$  – коэффициент гидравлических потерь на трение.

Так как длина трубы  $L$  велика ( $L/D \gg 100$ ), можно не учитывать эффект начального участка, в квадратичной области сопротивления считать  $\lambda = const$ . Координата  $X$  направлена по оси трубы в направлении течения.

Найдем производную по координате выражения (10) с учетом  $T = const$ :

$$\frac{dW}{dX} = - \frac{GRT}{P^2} \cdot \frac{dP}{dX}. \quad (12)$$

Подставим (10), (12) в уравнение (11):

$$\left( 1 - \frac{G^2 RT}{P^2} \right) \frac{dP}{dX} = - \frac{G^2 RT}{P} \frac{\lambda}{2D}. \quad (13)$$

Решение дифференциального уравнения (13) с учетом условий  $P(0) = P_H$ ,  $P(L) = P_A$ :

$$G^2 RT \cdot \left( 2 \cdot \ln \left( \frac{P_H}{P_A} \right) + \frac{\lambda}{D} \cdot L \right) = P_H^2 - P_A^2. \quad (14)$$

где  $P_H$  – давление, создаваемое компрессором на входе в трубу;

$P_A$  – давление на выходе из трубы (атмосферное).

Выразим массовый расход  $G$  через объемный расход на выходе из трубы  $Q_E$ :

$$G = \frac{\rho_E \cdot Q_E}{S} = \frac{P_A \cdot Q_E}{RT \cdot S}. \quad (15)$$

Подставим (14) в (13):

$$\left( \frac{P_A \cdot Q_E}{S} \right)^2 \cdot \frac{1}{RT} \cdot \left( 2 \cdot \ln \left( \frac{P_H}{P_A} \right) + \frac{\lambda}{D} \cdot L \right) = P_H^2 - P_A^2. \quad (16)$$

Выразим объемный расход из (15):

$$Q_E = \frac{S \cdot \sqrt{RT}}{P_A} \cdot \sqrt{\frac{P_H^2 - P_A^2}{2 \cdot \ln(P_H / P_A) + \lambda \cdot L / D}}. \quad (17)$$

Перейдем в (17) к безразмерным переменным:

$$q_E \equiv \frac{Q_E}{Q_M} = \varphi(p, M, \zeta) = \frac{1}{M} \cdot \sqrt{\frac{p^2 - 1}{\zeta + 2 \cdot \ln p}}; \quad (18)$$

$$M = \frac{Q_M}{S \cdot \sqrt{RT}} = \frac{W_M}{W_T}, \quad W_T = \sqrt{RT}, \quad W_M = \frac{Q_M}{S}$$

$$p = \frac{P_H}{P_A}, \quad \zeta = \frac{\lambda}{D} \cdot L,$$

где  $M$  – число Маха;

$W_T$  – изотермическая скорость звука;

$\zeta$  – обобщенный коэффициент гидравлического сопротивления трубопровода (с учетом местных гидравлических сопротивлений);

$Q_M$  – расход газа, который создает компрессор при давлении нагнетания  $P_H = P_A$ .

Таким образом, в рассматриваемых условиях безразмерный расход в трубе может быть выражен через отношение давлений и два безразмерных параметра:  $q_E = \varphi(p, M, \zeta)$ . На рис. 4 представлена безразмерная зависимость расхода на выходе из трубы от давления в камере при различных значениях параметров  $\zeta$  и  $M$ .

В первом приближении принимаем, что отношение расхода из-за негерметичности к производительности насоса есть величина постоянная, которую называют коэффициентом утечки:

$$Q_B / Q_H \equiv k = const. \quad (19)$$

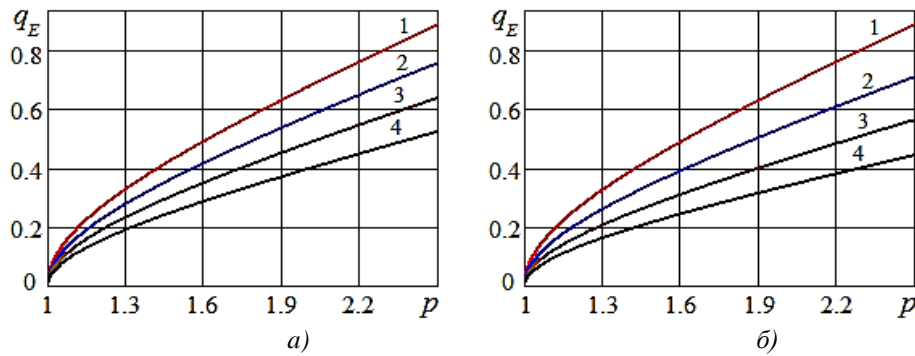


Рисунок 4 – Зависимость безразмерного расхода на выходе из трубы от отношения давлений:  
 а) – число Маха  $M = 0,5$ ; 1 –  $\zeta = 25$ ; 2 –  $\zeta = 35$ ; 3 –  $\zeta = 50$ ; 4 –  $\zeta = 75$ ;  
 б) – коэффициент сопротивления  $\zeta = 40$ ; 1 –  $M = 0,4$ ; 2 –  $M = 0,5$ ; 3 –  $M = 0,63$ ; 4 –  $M = 0,8$

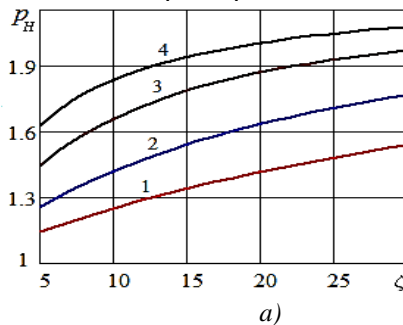
Тогда балансовое уравнение (9) можно записать в следующей безразмерной форме:

$$p_H \cdot q_H = k \cdot q_H \cdot (p_H - 1) + q_E \cdot (20)$$

Откуда

$$q_E = q_H \cdot ((1 - k) \cdot p_H + k) = f(p_H) \cdot ((1 - k) \cdot p_H + k) \quad (21)$$

Приравняв выражения (18) и (21) получим уравнение относительно давления нагнетания водокольцевого компрессора:



$$\varphi(p, \beta, \zeta) = f(p) \cdot ((1 - k) \cdot p + k) \quad (22)$$

Решение (22) позволяет численным методом найти давление нагнетания водокольцевого компрессора в установившемся режиме при различных значениях безразмерных параметров  $\zeta, M, k$ . На рис. 5-8 представлены результаты расчетов.

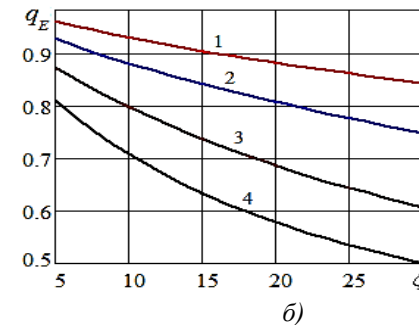


Рисунок 5 – Зависимость безразмерного давления нагнетания водокольцевого компрессора (а) и расхода в трубе (б) от коэффициента гидравлического сопротивления при коэффициенте утечки  $k = 0,2$  и различных значениях числа Маха: 1 –  $M = 0,25$ ; 2 –  $M = 0,35$ ; 3 –  $M = 0,5$ ; 4 –  $M = 0,65$

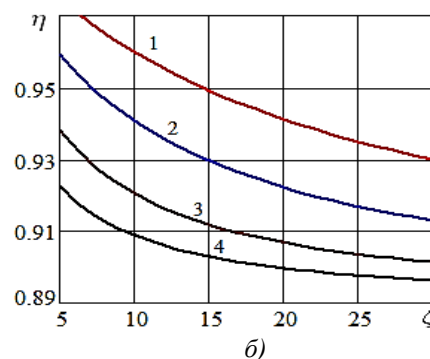
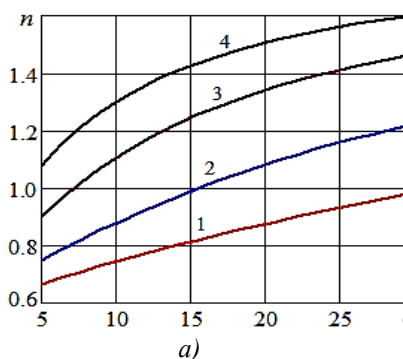


Рисунок 6 – Зависимость безразмерной затраченной мощности водокольцевого компрессора (а) и объемного КПД (б) от коэффициента гидравлического сопротивления при коэффициенте утечки  $k = 0,2$  и различных значениях числа Маха: 1 –  $M = 0,25$ ; 2 –  $M = 0,35$ ; 3 –  $M = 0,5$ ; 4 –  $M = 0,65$

Безразмерная затраченная мощность в установившемся режиме найдена по выражению (4):  $n = \psi(p_H)$ . Отношение подачи водокольцевого компрессора к расходу газа в трубе (приведенного к условиям нагнетания в техни-

ке называют объемным КПД) рассчитано по формуле, следующей из (20):

$$\eta = \frac{p_H \cdot q_H - k \cdot q_H \cdot (p_H - 1)}{p_H \cdot q_H} = 1 - k \cdot \left( 1 - \frac{1}{p_H} \right) \quad (23)$$

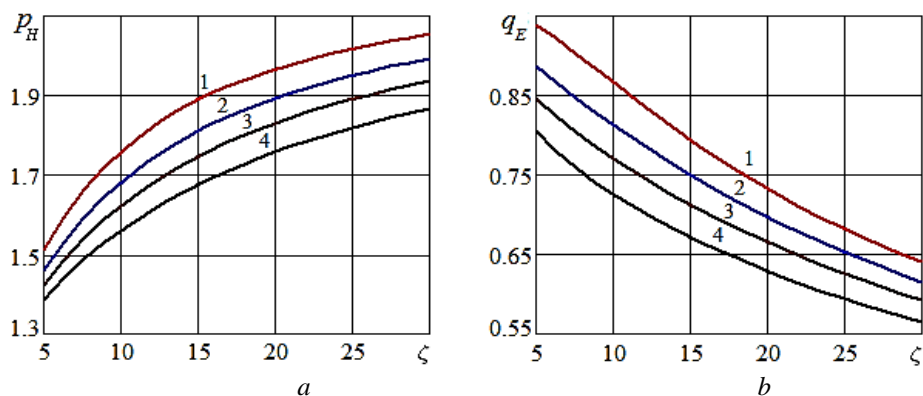


Рисунок 8 – Зависимость безразмерного давления нагнетания водокольцевого компрессора (а) и расхода в трубе (б) от коэффициента гидравлического сопротивления при числе Маха  $M = 0,5$  и различных значениях коэффициента утечки: 1 –  $k = 0$ ; 2 –  $k = 0,15$ ; 3 –  $k = 0,3$ ; 4 –  $k = 0,5$

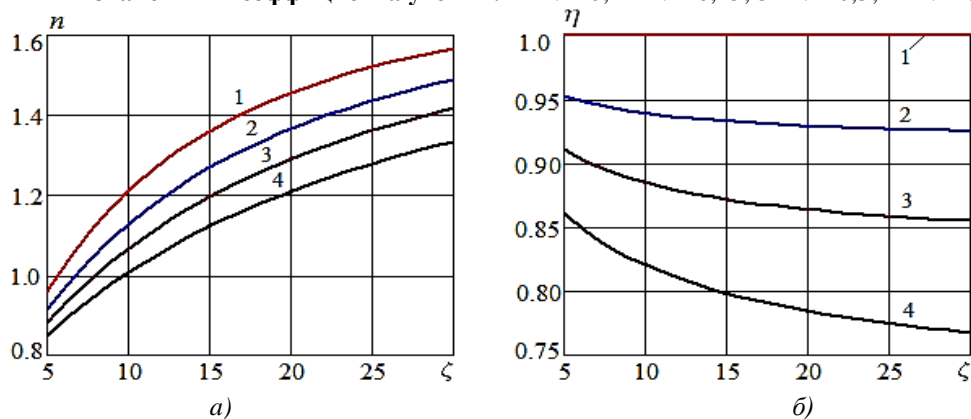


Рисунок 8 – Зависимость безразмерной затраченной мощности водокольцевого компрессора (а) и объемного КПД (б) от коэффициента гидравлического сопротивления при числе Маха  $M = 0,5$  и различных значениях коэффициента утечки: 1 –  $k = 0$ ; 2 –  $k = 0,15$ ; 3 –  $k = 0,3$ ; 4 –  $k = 0,5$

Во всех случаях при увеличении гидравлического сопротивления (в частности, при увеличении длины трубы) происходит повышение давления нагнетания водокольцевого компрессора и, как следствие, снижение расхода подаваемого газа и объемного КПД, повышение затраченной мощности

Как и следовало ожидать, объемный КПД  $\eta$  существенно снижается при увеличении коэффициента утечки  $k$  (рис. 8б) (в меньшей степени на него влияет изменение числа Маха (рис. 6б)), при этом расхода подаваемого газа падает (рис. 7б).

### Литература

1. Ding L.W., Dai N., Mu X.M., Xie S.H., Fan X., Li D.W., Cheng X.S. Design of soft multi-material pneumatic actuators based on principal strain field.- Materials & design. 2019. V. 182. Article number: UNSP 108000.
2. Herianto, Wira I., Syahirul R.A., Aishah P. Design and fabrication in the loop of soft pneumatic actuators using fused deposition modeling // Sensors and actuators a-physical. 2019. V. 298. Article number: UNSP 111556.

3. Mills D., Jones M.G., Agarwal V.K. Handbook of Pneumatic Conveying Engineering. - Marcel Dekker Inc. - 2004. - 695 p.
4. Родионов Г.А., Бухмиров В.В. Система пневмотранспорта как объект исследования // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2013. Т. 1, № 1. – С. 20-22.
5. Носков Е.И., Донской А.С., Скляревский А.Н. Блочное математическое моделирование пневмопривода // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. Т. 16. № 1-2. С. 484-489.
6. Великанов Н.Л., Наумов В.А. Динамические характеристики вакуумных насосов и компрессоров рыбонасосных установок // Рыбное хозяйство. 2019. № 1. С. 79-83.
7. ЗАО «Беском». Водокольцевые вакуум-насосы и компрессоры. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. Режим доступа – свободный: [http://servocompressor.ru/docs/vvn/vvn\\_vk.pdf](http://servocompressor.ru/docs/vvn/vvn_vk.pdf).
8. Шатохин В.Л., Шестак В.П. Вакуумная техника. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2010. 84 с.
9. Великанов Н.Л., Наумов В.А., Корягин С.И. Течение газа в цилиндрическом канале при дозвуковой скорости // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Физико-математические и технические науки. – 2018. – № 1. – С. 96-103.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКОВ ОТКАЗОВ В ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Г.В. Лепеш<sup>1</sup>

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21*

В статье проводится анализ существующих методов прогнозирования аварий и инцидентов в газораспределительных сетях – проводится взвешенная оценка основных статистических факторов. Для оценки риска отказов технического объекта построены зависимости, учитывающие вероятность аварии и инцидента, а также риски их последствий. Рассмотренная совокупность статистических показателей может составить основу имитационной модели принятия управленческих решений, в случае отказов в газораспределительных сетях, с учетом минимизации различного рода потерь и рисков социально-экономических последствий.

*Ключевые слова:* газопровод, газораспределительная сеть, отказ, авария, инцидент, надежность, вероятность, безотказность, риск, социально-экономические последствия.

### PREDICTING FAILURE RISKS IN GAS DISTRIBUTION NETWORKS

G. V. Lepesh

*Saint Petersburg state University of Economics, 21 Sadovaya str.t, Saint Petersburg, 191023*

The article analyzes the existing methods for predicting accidents and incidents in gas distribution networks and provides a weighted assessment of the main statistical factors. To assess the risk of technical object failures, dependencies are constructed that take into account the probability of an accident and incident, as well as the risks of their consequences. The considered set of statistical indicators can form the basis of a simulation model for making management decisions in the event of failures in gas distribution networks, taking into account the minimization of various types of losses and risks of socio-economic consequences.

*Keywords:* gas pipeline, gas distribution network, failure, accident, incident, reliability, probability, reliability, risk, socio-economic consequences.

#### Введение

Перспективным направлением в области энергообеспечения широких кругов населения на современном этапе развития жилищно-коммунальной сферы является строительство и реконструкция газораспределительных систем. Стимулами, побуждающими развитие этой отрасли, являются развернутые в последние десятилетия масштабные работы по строительству объектов промышленной инфраструктуры, городского и загородного жилья, развитию территорий сельских и городских поселений, формирование комфортной среды жизнедеятельности населения которых напрямую связано с обеспечением их энергетическими ресурсами на ближайшую и отдаленную перспективу. Сложившиеся тенденции в энергосбережении на фоне неудовлетворительного состояния городских систем теплоснабжения ведут к их децентрализации – к переводу на квартирные системы отопления в основном от газовых котлов. Высокие темпы внедрения газораспределительных сетей приводят к тому,

что их развитие происходит не в определенных первоначальным проектом рамках единого объекта газоснабжения, а в виде отдельных элементов (участков) сети, расположенных хаотично и зачастую выходящих за установленные рамки, обеспечивающие оптимальную загруженность участков системы – как следствие к снижению эксплуатационной надежности существующих систем распределения газа, создающей препятствие для их дальнейшего развития.

#### Анализ распределительных систем газоснабжения

Современные распределительные системы газоснабжения имеют ярко выраженную иерархичность в построении, связанную с классификацией газопроводов по давлению. Они представляют собой сложный комплекс сооружений, состоящих из множества элементов, составляющих многоступенчатую структуру (рис.1).

<sup>1</sup>Лепеш Григорий Васильевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Безопасность населения и территорий от ЧС СПбГЭУ, тел.: +7 921 751-28-29, e-mail: GregoryL@yandex.ru

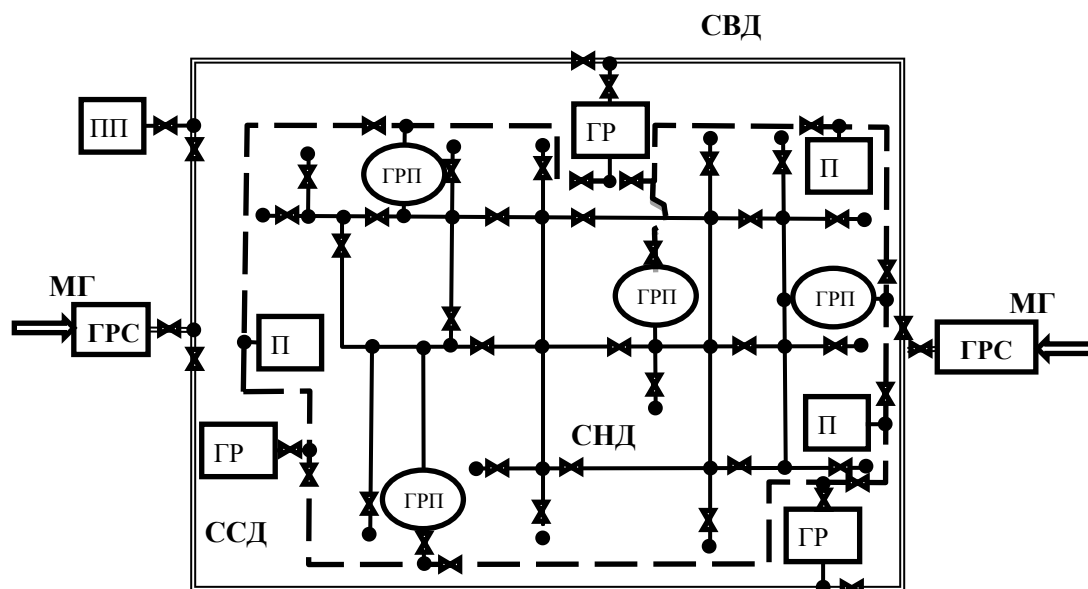


Рисунок 1 – Трехступенчатая система газоснабжения: СВД – сеть высокого давления; ССД – сеть среднего давления; СНД – сеть низкого давления; ПП – промышленное предприятие; МГ – магистральный газопровод; ГРС – газораспределительная станция; ГРП – газорегуляторный пункт

Газопроводы систем газоснабжения в зависимости от величины давления транспортируемого газа подразделяются на три группы [1]:

1) газопроводы низкого давления (ГНД) – при рабочем давлении газа до 0,005 МПа включительно;

2) газопроводы среднего давления – при рабочем давлении газа с 0,005 – 0,3 МПа;

3) газопроводы высокого давления II категории – при рабочем давлении газа 0,3 – 0,6 МПа;

4) газопроводы высокого давления I категории – при рабочем давлении газа свыше 0,6 – 1,2 МПа включительно для природного газа и газозвушных смесей и до 1,6 МПа для сжиженных и углеводородных газов (СУГ).

Наиболее сложные по структуре городские газораспределительные сети. Здесь газ по газопроводам высокого давления (II категории) подают через ГРП в сети среднего и высокого давления, а также промышленным предприятиям, нуждающимся в газе высокого давления. Для подачи газа в жилые, общественные здания и предприятия бытового обслуживания предназначены газопроводы низкого давления, а газопроводы среднего давления и высокого давления (I категории), как правило, обеспечивают питание городских распределительных сетей низкого и среднего давления через ГРП. В общем количество ступеней газопроводов зависит от количества и вида потребителей газа. Для поселков и небольших городов рекомендуется одноступенчатая система газоснабжения. Для

средних городов – двухступенчатая система газоснабжения. Для крупных городов рекомендуется трехступенчатая система газоснабжения. Причем для крупных и средних городов газовые сети проектируются кольцевыми, а для мелких городов и поселков как высокая ступень давления, так и низкая, может быть запроектирована тупиковой.

Как правило газопроводы сложных газораспределительных систем можно разделить по назначению на три группы:

1) распределительные – для подачи газа к промышленным потребителям, коммунальным предприятиям и в районы жилых домов. Эти газопроводы могут быть высокого, среднего и низкого давлений, кольцевые и тупиковые;

2) абонентские ответвления, подающие газ от распределительных сетей к отдельным потребителям;

3) внутридомовые газопроводы.

Современные распределительные системы газоснабжения включают также устройства и сооружения для редуцирования и очистки газа, электрохимической защиты от коррозии, отключения отдельных участков и т.д.

Основные причины снижения эксплуатационной надежности газораспределительных систем известны. К ним относятся следующие:

- отсутствие гармонизации развития населенных пунктов и газораспределительных систем;
- отсутствие единства развития газовых сетей;
- меняющаяся архитектура и устрой



населенных пунктов;

- неадаптированные программы реконструкции систем теплоснабжения;
- несовершенство применяемого оборудования и технических устройств;
- недостаточная защита от коррозии трубопроводов и оборудования сетей;
- несанкционированный доступ к элементам сетей для широкого круга населения;
- несовершенство системы мониторинга и контроля параметров сети и др.

#### Анализ отказов в газораспределительных сетях

Снижение надежности в сетях газораспределения приводит к повышению риска безопасного потребления газа в качестве топлива, но и к социально-экономическим последствиям, связанным с недопоставкой газа потребителям и с последствиями чрезвычайных ситуаций (ЧС), возникающим в случае инцидентов и аварий в сетях.

Веществом, определяющим опасность сетей газораспределения, является природный газ, обладающий взрывопожароопасными свойствами и находящийся в сети под давлением до 1,2 МПа, а также сжиженный углеводородный газ (СУГ) [2]. Природный газ – смесь газов, образовавшаяся в недрах земли при анаэробном разложении органических веществ. Главные опасности использования газа связаны:

1) с возможной утечкой и воспламенением газа с последующим воздействием тепловой радиации на людей. Данные о пожароопасности: температура вспышки 540 °С... 650 °С; температура самовоспламенения 640...800 °С; Горение происходит при концентрации метана в воздухе в пределах от 5-ти до 15 %;

2) со взрывам газозвуковой смеси. Детонационная волна распространяется со скоростью, в несколько раз превышающую скорость звука: от 900 до 3000 м/с..

3) с удушьем при 15-16%-м снижении содержания кислорода в воздухе, вытесненного газом.

Федеральный государственный надзор в области промышленной безопасности ведет статистику аварий и инцидентов (отказов<sup>2</sup>) на объектах газораспределения и газопотребления (рис.2).

<sup>2</sup> Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособности (один или несколько диагностических параметров процесса или оборудования выходят за допустимые пределы и его дальнейшая эксплуатация невозможна или неэффективна по экономическим соображениям).

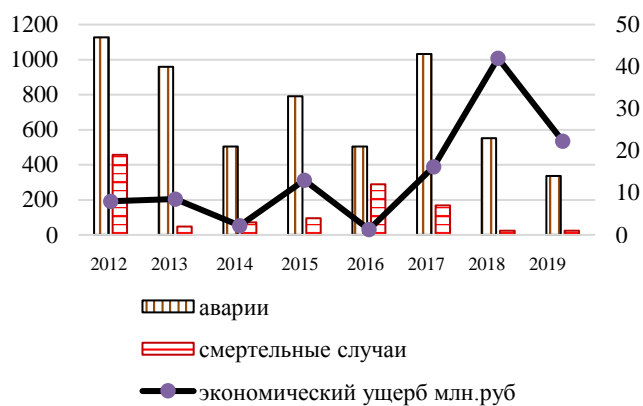


Рисунок 2 – Динамика показателей аварийности и травматизма на объектах газораспределения и газопотребления [по данным ООО "Газпром межрегионгаз"]

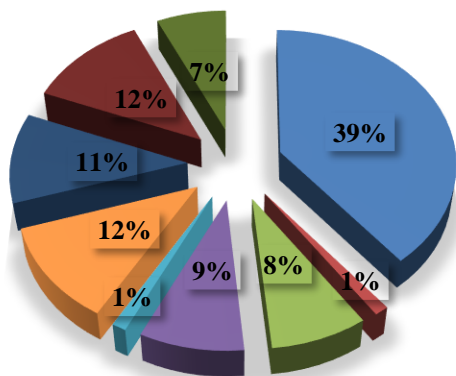
Результаты анализа причин отказов в газораспределительных сетях показывают, что их основными причинами являются механические и коррозионные повреждения труб, а также разрывы сварных швов. Механические повреждения наземных и подземных участков газопроводов вследствие случайного воздействия при производстве работ в границах охранной зоны газопроводов (рис.4) по причине неточного указания газовой сети в проектной документации, а также небрежности или ошибок строителей, выполняющих земляные работы. Механические повреждения носят случайный характер. Коррозионные повреждения обусловлены агрессивным воздействием грунтов и/или наличием блуждающих токов. Разрывы сварных швов происходят из-за некачественной сварки швов вследствие температурных напряжений при размораживании грунта в зимне-весенний период, а также напряжений, возникающих с осадкой грунта и др. Иногда разрывы обусловлены некачественно сваркой швов и наличием дефектов.

Наиболее опасными являются участки газопроводов, проложенные вблизи зданий, сооружений и коммуникаций. Наиболее сложными условиями для прокладки газопроводов являются переходы по ж/д и трамвайным путям, дюкеры, мостопереходы, прокладка в туннелях. В обоих последних случаях у газопроводов производится 100% контроль качества труб и сварных швов.

Частыми причинами отказов участков подземных трубопроводов являются повреждения установленного на них оборудования (заводжик, кранов, линзовых компенсаторов, конденсатосборников и др.). При этом в случае нарушения герметичности (трещины, разъемные соединения, сальники и др.) происходит наружная утечка газа, что представляет

наибольшую опасность. Нередки случаи неплотного перекрытия задвижкой потока газа,

которое также может быть причиной отказа.



- Механические повреждения подземных газопроводов
- Мех. повреждения газопроводов автотранспортом
- Повреждения в результате природных явлений
- Коррозионные повреждения наружных газопроводов
- Разрывы сварных стыков
- Утечка газа, выход из строя газопотребляющего оборудования
- Взрывы при розжиге газоиспользующих установок и неисправность оборудования котла
- Неисправность оборудования СУГ
- Иные



Рисунок 3 – Причины отказов в системах газораспределения [составлено по данным ООО «Газпром межрегионгаз»]

Из анализа причин следует, что наиболее вероятными являются причины, связанные с воздействием трех групп опасных факторов:

- внешних (48%), связанные с воздействием природных явлений и антропогенным фактором;

- внутренних (33%), связанных с состоянием оборудования и газопроводов, их коррозионной стойкости, состояния сварных и других соединений, препятствующих утечке газа;

- организационные (19%), связанные с проведением опасных работ, а также регламентных и ремонтных работ по обслуживанию трубопроводов и оборудования газораспределительных сетей.

С развитием структуры и увеличением протяженности газораспределительных сетей вероятность отказов в них увеличивается. Как правило, число отказов растет и по мере увеличения сроков эксплуатации сети вследствие износа и коррозии ее элементов. В настоящее время газораспределительные сети идентифицируются как опасные производственные объ-

екты<sup>3</sup> (ОПО), аварии и инциденты, на которых могут приводить к существенным социально-экономическим последствиям.

### Оценка надежности систем газораспределения

При проектировании системы газораспределения устанавливают уровень надежности<sup>4</sup> (промышленной безопасности), который не должен снижаться в процессе всего назначенного срока ее эксплуатации [2-4]. Исходными данными для расчета надежности газораспределительной сети принимают ее структурную схему и данные по надежности составляющих схему элементов (оборудование, трубопроводы, запорно-регулирующая аппаратура и

<sup>3</sup> С 1 сентября 2016 года к ОПОП не относятся сети газораспределительные сети давлением до 0,005 МПа включительно (абзац 27 Приложения №1 к ФЗ 116).

<sup>4</sup> надежность – это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования (по ГОСТ 27.002-89).

др.) с учетом полного перечня учитываемых типов отказов. При оценке показателей надежности как правило используют математический аппарат полумарковских случайных процессов с учетом математического моделирования детерминированных, протекающих при функционировании элементов газораспределительной сети. Далее на иерархических принципах строится сложная имитационная модель функционирования газораспределительной сети, ориентированная на каждую отдельную сеть, учитывающая все ее конструктивные (структурную схему) и технологические особенности (режимы эксплуатации) и предназначенная для численного анализа на ЭВМ. На основе подобных моделей изучаются закономерности возникновения нарушения работы отдельных элементов, или всей системы полностью (отказов), исследуются степени влияния воздействия внешних и внутренних факторов на функционирование системы в целом и на отдельные происходящие в ней процессы, прогнозируются отказы и обосновываются методы повышения надежности. При этом точность прогноза в большой степени определяется точностью анализа статистических данных по отказам подобных систем и их элементов, что значительно снижает ценность прогноза.

В настоящее время в качестве количественного показателя безопасности сложной технической системы используют показатели безотказности, математические модели которых хорошо разработаны в теории надежности. Наиболее показательны из них следующие:

1. Параметр потока отказов (параметр потока наступления опасных состояний) – отношение среднего числа появлений опасных состояний объекта за произвольно малую его наработку к значению этой наработки

$$\omega_0(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{g(t, t + \Delta t)}{\Delta t} = \frac{g(t, t + dt)}{dt}, \quad (1)$$

где  $g(t, t + dt)$  – вероятность отказа за промежуток времени  $(t, t + dt)$ .

Статистически средний параметр потока отказов, как и параметр потока отказов, определяется по формуле

$$\omega_0 = \sum_{i=1}^N \frac{n_0(t, t + \Delta t)}{N(t)\Delta t}, \quad (2)$$

где  $n_0(t, t + \Delta t)$  – число отказов в интервале времени  $(t, t + \Delta t)$ ;  $N(t)$  – количество изделий, находящихся под наблюдением в момент времени  $t$ ;

На газопроводах считается параметр потока отказов за промежуток наблюдений,

обычно  $\Delta t = 1$  год при количестве наблюдаемых элементов (для газопроводов  $N = l$  – длина, для оборудования  $N$  – количество задвижек, кранов и т.д.

В общем случае  $\omega_0(t)$  – функция времени (рис.4). На величину  $\omega_0$  влияют: факторы старения и износа элементов, а также плановые ремонты.

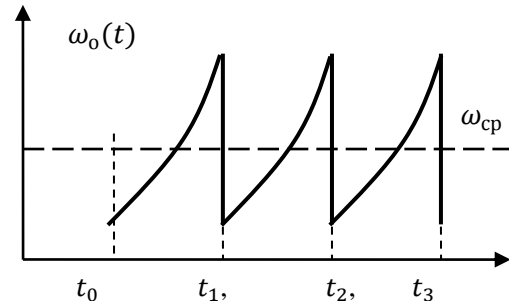


Рисунок 4 – Поток отказов:  $t_1, t_2, t_3$  – моменты времени выполнения капитальных ремонтов;  $t_0$  – окончание приработки (периода освоения).

Из анализа причин отказа оборудования инженерных систем следует:

$$\omega_0(t) = \omega_1(t) + \omega_2, \quad (3)$$

где  $\omega_1(t)$  – поток отказов вызывается: старением защитных покрытий, коррозией трубопроводов и металлических деталей, износом узлов трения, физическими и химическими факторами изменения свойств материалов, старением и разрушением изоляции и т.д.;

$\omega_2$  – составляющая потока связанная с внешними климатическими нагрузками, дефектами монтажа, повреждением трубопроводов и их изоляции, ударами молний, пожарами и др.

Величина  $\omega_2 = \text{const}$  и не зависит от длительной эксплуатации, капитальных ремонтов, т.е. определяется случайными причинами.

Важным показателем надежности эксплуатации оборудования в межремонтные периоды является интенсивность отказов изделий  $\lambda(t)$  – это условная вероятность его отказа в интервале времени  $(t, t + \Delta t)$  при условии, что до момента  $t$  изделие работало безотказно, т.е.

$$\lambda(t) = f(t)/P(t) = a(t)/P(t). \quad (4)$$

Здесь  $a(t)$  – частота отказов оборудования (изделий) это отношение числа отказавших образцов в единицу времени к первоначальному количеству образцов, за которыми ведется наблюдение, при условии, что отказавшие образцы не восстанавливаются и не заменяются исправными;

$P(t)$  – вероятность безотказной работы за время  $t$ ,  $f(t)$  – плотность распределения наработки до отказа. Вероятность безотказной работы объектов (газопроводов, газорегулятор-

ных пунктов и др.) подчиняется экспоненциальному закону

$$P(t) = e^{-\lambda t}. \quad (5)$$

На практике для определения  $\lambda(t)$  по результатам статистических данных об отказах используют зависимость

$$\lambda^*(t) = \frac{n(t)}{N_{cp}(\Delta t) \times \Delta t};$$

$$N_{cp}(\Delta t) = \frac{N_i + N_{i+1}}{2}, \quad (6)$$

где  $N_{cp}(\Delta t)$  – среднее число исправно работающих образцов в интервале  $N_i$  и  $N_{i+1}$  – число исправно работающих образцов в начале и в конце интервала  $\Delta t$ .

По сути, параметр потока отказов  $\omega$  представляет собой аналог интенсивности отказов  $\lambda$ . Только  $\lambda$  применяется обычно для неремонтируемых изделий, а  $\omega$  – для ремонтируемых.

2. Средняя наработка на опасный отказ (наступление опасного состояния);

$$T_o = \int_0^{\infty} P_o(t) dt, \quad (7)$$

где  $P_o(t)$  – вероятность того, что в пределах заданной наработки опасного состояния не возникает.

Статистически средняя наработка на опасный отказ определяется отношением наработки изделий за время наблюдений к числу их опасных отказов  $n_o$  в течение этого времени [5]

$$T_o = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{n_o}, \quad (8)$$

где  $t_i$  – наработка  $i$ -го изделия за время наблюдения.

При экспоненциальном распределении наработки между отказами наработка на отказ оценивается выражением

$$T_o = \lambda^{-1} \Leftrightarrow \omega_o^{-1}. \quad (9)$$

Таблица\* 1 – Интенсивность отказов  $\lambda$  и надежность участков газопроводов  $H^*$

Диаметр газопровода, мм	$\lambda \cdot 10^5$ м <sup>-1</sup> в год	$H$ , % при длине участка, м				
		100	150	200	250	300
≤80	307	99,693	99,563	99,385	99,230	99,074
100	38	99,962	99,943	99,925	99,910	99,889
125	20	99,98	99,97	99,96	99,951	99,941
150	1	99,999	99,998	99,997	99,996	99,995
≥200	0	100	100	100	100	100

\*Источник [6]

При расчете надежности газопроводной сети необходимо учитывать объемы газа, проходящего через отдельные участки трубопроводов (пропускную способность) и схемы соединения участков. Различают следующие схемы:

Наработка на отказ  $T_o$  представляет собой отношение наработки объекта к математическому ожиданию количества его отказов в течение этой наработки.

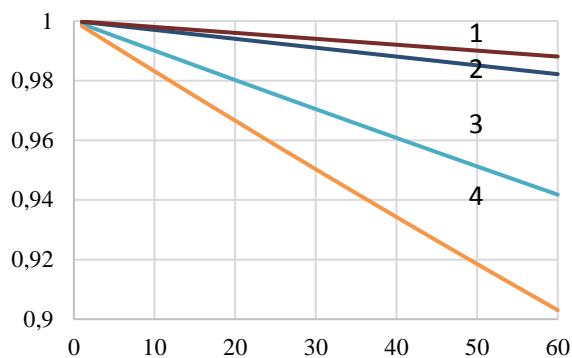


Рисунок 5 – Снижение вероятности безотказной работы: 1 – для кранов  $\omega_o = 0,2 \cdot 10^{-3}$  1/год; 2 – для стальных задвижек  $\omega_o = 0,3 \cdot 10^{-3}$  1/год; 3 – для газопроводов  $\omega_o = 2 \cdot 10^{-3}$  1/(км · год); 4 – для чугунных задвижек  $\omega_o = 1,7 \cdot 10^{-3}$  1/год;

Большое значение имеет определение надежности линейной (трубопроводной) части газораспределительных систем. Это связано с тем, что при подземной прокладке обнаружение и ликвидация неисправностей затруднительны и требуют продолжительного времени (низкая ремонтпригодность) по сравнению с надземными объектами газового хозяйства. Кроме того, утечки газа из поврежденных подземных газопроводов могут привести к насыщению газом близлежащих зданий и сооружений. Интенсивность отказов и надежность участков подземных газопроводов приведены в табл. 1.

1. Последовательное (тупиковое) соединение элементов (рис. 6, а).

Вероятность безотказной работы для системы с последовательным соединением элементов вычисляется как произведение вероятностей отдельных элементов (подсистем), т.е.

$P = \prod_{i=1}^n P_i$ , где  $P$  – вероятность безотказной работы подсистемы из “ $n$ ” элементов, а  $P_i$  – вероятность безотказной работы одного  $i$ -го элемента.

$$H_{\text{пс}} = P_1 \cdot \prod_{i=2}^n \left[ 1 - (1 - P_i) \times \dots \cdot \frac{Q - \sum_{j=1}^i Q_j}{Q} \right], \quad (12)$$

где  $H_{\text{пс}}$  – надежность поставки газа потребителям, подключенным к рассматриваемому участку сети ( $H_{\text{пс}} \Leftrightarrow P_i$  с учетом относительно объема потребляемого газа);

$Q_j$  – объем газа, не проходящего через  $j$ -тый участок (1-й, 2-ой, 3-й и т. д. по ходу газа – путевые расходы);

$Q$  – общий объем газа, проходящего через газопровод;

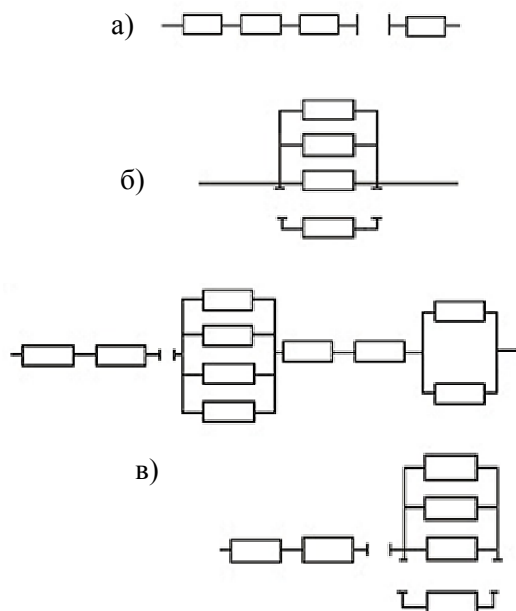


Рисунок 6 – Расчетные схемы соединения элементов газораспределительной сети

### 2. Параллельное соединение (рис. 6, б).

Для системы с параллельным соединением элементов вероятность безотказной работы вычисляется по формуле:

$$P = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i).$$

$$H_{\text{пр}} = H_i = P_i; \quad (13)$$

если надежность и пропускная способность газопроводов различны.

$$H_{\text{пр}} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i) \frac{Q - Q_i}{Q}, \quad (14)$$

### 3. Смешанное соединении (рис. 6, в).

В случае смешанного (параллельно-последовательного) соединения систему следует разбить на последовательные участки, элементами которых могут быть участки с параллельным соединением, а затем вычислить надежность смешанного соединения как произведение:

$$H_{\Sigma} = H_{\text{пс}} \cdot H_{\text{пр}}, \quad (15)$$

где оба участка рассматриваются как для тупикового газопровода. По тому же принципу вычисляются более сложные случаи – для нескольких параллельных и тупиковых звеньев, соединенных последовательно.

Для закольцованной сети с ГРП (рис.1), находящимся в центре нагрузки, применяют эмпирическую формулу [6]:

$$H = \frac{(96 - N + 0,5D_{\text{ср}})}{100}, \quad (15)$$

или при расчетном перепаде давления 120 мм

$$H = \frac{(96 - N + 0,09q_{\text{уд}}^{0,37} - N^{0,47}l^{0,58})}{100}, \quad (16)$$

где  $N$  – число участков, составляющих радиус действия ГРП;

$D_{\text{ср}}$  – средний диаметр газораспределительной сети, мм;

$q_{\text{уд}}$  – удельная нагрузка на газопроводах низкого давления, м<sup>3</sup>/ч на 1 м;

$l$  – средняя длина участка газораспределительной сети, м.

Рассмотрим примеры, изложенные в [6].

**Пример 1.** Определить надежность тупикового газопровода, состоящего из трех участков с надежностью соответственно 0,99; 0,98; 0,975 и путевыми расходами 250; 300; 400 м<sup>3</sup>/ч.

Общий объем газа, проходящего через газопровод, равен 250 + 300 + 400 = 950 м<sup>3</sup>/ч. По формуле (12)

$$H_{\text{пс}} = 0,99 \cdot \left( 1 - (1 - 0,98) \cdot \frac{950 - 250}{950} \right) \cdot \left( 1 - (1 - 0,9975) \cdot \frac{950 - 250 - 300}{950} \right) = 0,974.$$

**Пример 2.** Определить надежность параллельного соединения из трех газопроводов с теми же показателями, что и в примере 1. Сравнить надежность тупикового и параллельного соединения.

По формуле (14).  $H_{\text{пр}} = 1 - (1 - 0,99) \cdot (250/950) \cdot (1 - 0,98) \cdot (300/650) \cdot (1 - 0,975) \cdot (400/950) = 0,999$ .

Надежность параллельного соединения газопроводов больше, чем тупикового на 0,999 – 0,974 = 0,025, или на 2,6%.

**Пример 3.** Определить надежность сети, если известно, что  $q_{\text{уд}} = 0,15$  м<sup>3</sup>/ч · м на 1 м,  $l = 400$  м,  $N = 7$ .

По формуле (16)  $H = (96 - 7 + 0,09 * 0,15^{0,37} * 7^{0,47} * 400^{0,58})/100 = 0,923$ .

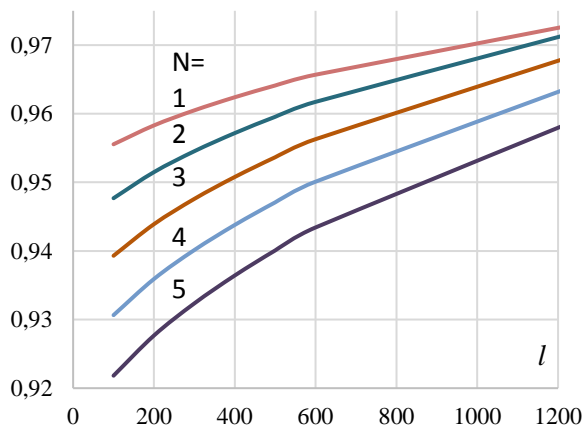


Рисунок 7 – Зависимость надежности газораспределительной сети от длины трубопровода  $l$  и количества участков  $N$

В первых двух примерах получили примерно тот же результат. Причем, надежность параллельного соединения оказалась выше, чем в примере 2 [6]. Из третьего примера (рис.7) следует, что надежность кольцевой сети увеличивается с увеличением ее протяженности и уменьшения количества элементов (участков).

Оценку надежности следует производить путем сравнения полученных значений с принятыми в качестве критериев допустимых значений  $[H] = 0,999$  – для сетей высокого и среднего давления в больших и средних городах;  $[H] = 0,95 \div 0,99$  – в малых городах и поселках;  $[H] = 0,9 \div 0,99$  – для сетей низкого давления

#### Оценка состояния газораспределительной системы

Большинство участков газораспределительной сети не может функционировать в случае наступления отказов. При этом длительность отказа напрямую связана с социально-экономическим ущербом недопоставки газа потребителю.

При расчете надежности кольцевого газопровода его разделяют на  $n$  участков, возможный отказ которых может привести либо к полному прекращению подачи газа отдельным потребителям (участок отключают), либо к уменьшению объемов подаваемого газа. Возможное уменьшение подачи газа ограничено нижним пределом, который устанавливают из соображений минимально допустимого давления газа перед приборами, которое определяется минимальной нагрузкой (50% расчетного значения). Снижение подачи газа нормировано коэффициентами обеспеченности  $K_{об}$ , которые назначают следующими:

0,8 ... 0,85 – для ЖКХ (в сети низкого давления);  
0,7 ... 0,75 – для котельных;  
0 – для промышленных предприятий, имеющих резервное топливо;  
1,0 – для технологических нужд предприятий.

Рассмотрим случай с наличием отказа одного из  $n$  участков, при условии, что одновременные отказы нескольких отсутствуют.

Опишем вектор состояний газораспределительной сети:

$$\bar{S}(t) = [s_0(t) \ s_1(t) \ s_2(t) \ \dots \ s_i(t) \ \dots \ s_n(t)]^T. \quad (17)$$

Переходы системы из исправного состояния в отказовое характеризуются параметрами потока отказов участков  $\omega_{01}, \omega_{01}, \dots, \omega_{oi}, \dots, \omega_{on}$ . Тогда вероятности нахождения системы в исправном и в любом из  $i$ -тых состояний по теории марковских процессов можно определить как:

$$P_0(t) = e^{-\sum \omega_{oi} t}; \quad P_i(t) = \frac{\omega_{oi}}{\sum \omega_{oi}} e^{-\sum \omega_{oi} t};$$

$$\sum_{i=1}^n P_i(t) = 1. \quad (18)$$

Для оценки качества функционирования газораспределительной сети принимают расход газа, подаваемого потребителям. Каждому состоянию системы газоснабжения  $\bar{S}$  сопоставим расход газа через нее  $Q_i(t)$ .

$$Q_i(t) = Q_0 - \Delta Q_i, \quad (19)$$

где  $Q_0$  – расчетная подача (в состоянии  $s_0$ );  $\Delta Q_i$  – недоподача газа вследствие возникновения  $s_i$  отказа в сети.

С учетом (18) получим выражение показателя качества функционирования:

$$Q(t) = Q_0 - \dots$$

$$\dots - \sum_{i=1}^n \Delta Q_i \frac{\omega_{oi}}{\sum \omega_{oi}} (1 - e^{-\sum \omega_{oi} t}). \quad (20)$$

Отношение  $Q(t)/Q_0$  называют показателем качества или надежностью функционирования идеальной системы  $R_{сист}(t)$ .

$$R_{сист}(t) = 1 - \dots$$

$$\dots - \sum_{i=1}^n \frac{\Delta Q_i}{Q_0} \frac{\omega_{oi}}{\sum \omega_{oi}} (1 - e^{-\sum \omega_{oi} t}). \quad (21)$$

По отношению к отдельному конечному потребителю, учитывая число элементов  $l$ , отказы которых нарушают газоснабжение потребителя можем записать:

$$R_{сист} = e^{-\sum_{i=1}^l \omega_{oi} t}, \quad (22)$$

что является выражением вероятности безотказной подачи газа.

Важным статистическим параметром оценки Среднее время восстановления  $T_p$

[нахождения в опасном (неработоспособном) состоянии (средняя длительность опасного состояния)] – математическое ожидание времени устранения опасного состояния – вероятность того, что время устранения опасного состояния объекта не превысит заданного

$$T_p = \int_0^{\infty} t f_p(t) dt = \int_0^{\infty} t dF_p(t) dt = \int_0^{\infty} [1 - F_p(t)] dt, \quad (23)$$

где  $f_p(t)$  и  $F_p(t)$  – соответственно плотность распределения и функция распределения времени

Среднее статистическое время определяется как Среднее время восстановления является математическим ожиданием времени восстановления работоспособности. При наличии статистических данных о длительности восстановления  $n$  объектов

$$T_p = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \tau_i, \quad (24)$$

где  $\tau_i$  – время устранения  $i$ -го отказа.

В качестве комплексного показателя надежности можно ввести коэффициент безопасности, равный вероятности того, что объект окажется в безопасном состоянии в произвольный момент времени, равный отношению времени нахождения объекта в безопасном состоянии к общему времени эксплуатации:

$$K_6 = \frac{T_0}{T_0 + T_p} = \frac{1}{1 + T_p/T_0}. \quad (25)$$

Так как, при проектировании объектов газораспределительных сетей  $T_0 \gg T_p$ , то коэффициент  $K_6$  оказывается малочувствительным к изменению величин  $T_0$  и  $T_p$ . Более практичным может оказаться применение на практике коэффициента опасности  $K_0$ .

$$\text{При } T_p/T_0 \ll 1$$

$$P_{6c}(t_3) = P(t_3, t_{\text{доп}}) = 1 - F(t_3) + \int_0^{t_3} \int_0^{t_{\text{доп}}} P(t_3 - \tau, t_{\text{доп}}) dF(t_b) dF(\tau) \quad (28)$$

где  $t_3$  – время, обеспеченное использованием хранилища;  $t_b$  – время восстановления;  $t_{\text{доп}}$  – резерв времени.

Рассмотренные показатели безопасности технических объектов, как и показатели надежности, удовлетворяют следующим требованиям: имеют простой физический смысл; до-

$$K_0 = 1 - K_6 = \frac{T_p}{T_0 + T_p} = \frac{T_p/T_0}{1 + T_p/T_0} \approx T_p/T_0. \quad (26)$$

Например [12], проведенные исследования надежности и безопасности рудничного электрооборудования (РЭО) показали, что для подавляющего большинства видов РЭО  $T_p = 0,1 \dots 6,0$  ч,  $T_0 = 500 \dots 10^5$  ч, т. е. отношение  $T_p/T_0 \cong 10^{-6} \dots 100$ , что подтверждает правомерность использования последнего выражения.

С физической точки зрения коэффициент  $K_0$  характеризует отношение математических ожиданий длительностей опасного и безопасного состояния технического объекта, т. е. это относительная длительность опасного состояния.

Для независимых опасных отказов коэффициент  $K_0$  равен сумме коэффициентов отказов по  $j$ -й причине  $i$ -го элемента

$$K_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^l K_{0ij}, \quad (27)$$

где  $K_{0ij}$  – коэффициент опасности  $i$ -го элемента по  $j$ -й причине;  $n$  – количество элементов в системе;  $l$  – количество причин (видов) опасных отказов.

Таким образом опасность эксплуатации газораспределительной сети возрастает с ее развитием. Это свойство коэффициента  $K_0$  является очень важным при количественной оценке безопасности техники на стадии проектирования и эксплуатации.

В случае использования газовых хранилищ некоторые объекты системы газораспределения обладают резервом времени. При этом отказ не приводит к немедленному появлению опасного состояния. Имеется резервное время, за которое система может быть восстановлена до появления опасного состояния.

При количественной оценке безопасности вычисляют вероятность невозникновения опасного состояния по формуле Г.Н. Черкасова (1974 г.)

пускают возможность статистической (опытной) оценки, а также возможность количественной оценки безопасности на этапе проектирования и эксплуатации; допускают задание норм безопасности в количественной форме.

В зависимости от степени опасности, отказы можно разделить на две группы: опас-

ные и безопасные. Под опасными отказами следует понимать такие отказы, которые приводят к появлению опасной ситуации, связанной, в первую очередь, с возможностью взрыва, пожара, другими опасными факторами, связанными с разрушением элементов газораспределительной сети при аварии, создающим препятствие для плановой поставки газа.

### Оценка риска эксплуатации газораспределительной сети

При оценке риска эксплуатации газораспределительной сети будем разделять отказы сети на аварии (событие  $A$ ) и инциденты (событие  $I$ ). При этом обозначим следующие события:  $C_i$  – реализация аварии (инцидента) по  $i$ -му сценарию;  $B_i$  – причинение ущерба  $y_i$  при реализации  $i$ -го сценария.

Общий риск эксплуатации представим как математическое ожидание причиняемого ущерба  $Y$  [7]:

$$R = M[Y] = \sum_{i=1}^N P(B_i) y_i, \quad (29)$$

где  $P(B_i)$  – вероятность причинения ущерба  $y_i$  непосредственно ОПО и (или) сторонним объектам.

Формулу (1) можно разбить на два слагаемых – риск аварии  $R_A$  и риск инцидентов  $R_I$ , при  $N = k + l$ , т. е.

$$R = R_A + R_I = \sum_{i=1}^k P(B_i) y_{Ai} + \sum_{j=1}^l P(B_j) y_{Ij}, \quad (30)$$

где  $y_{Ij}$  – размер  $j$ -тых ущербов при появлении инцидента, причиняемых техническому объекту (стоимость внепланового ремонта и дополнительных затрат по транспортировке газа через резервную часть газопровода) и потребителям газа, связанных с перебоями в его подаче.

Риск аварии  $R_A = \sum_{i=1}^{n-1} P(B_i) y_{Ai}$ , как правило определяется еще на этапе проектирования и декларируется в рамках промышленной безопасности ОПО, если он относится к категории ОПО или иных процедур, требующих проведения анализа риска. Отметим, что члены произведения первого слагаемого формулы (30) отличаются от аналогичных членов второго слагаемого тем, что величины вероятностей, как правило, очень малы, а величины ущербов наоборот могут быть очень высокими. Во втором слагаемом вероятности имеют намного большие значения, а величины ущерба относительно невысокие, если рассматривать только ту часть ущерба, которая относится к самому ОПО. Особенностью газораспределительных сетей является их территориальная рассредоточенность в зоне проживания большого количе-

ства людей. Поэтому ущерб от их отказов в большой мере наносится населению. В случае аварии отказ связан непосредственно с экономическими и социальными рисками для людей оказавшихся в зоне поражающих факторов, а в случае инцидентов он связан как правило с недопоставкой газа потребителям.

Для оценки риска аварии и инцидента технического объекта  $R_A$  определим соответствующие события  $B_i, B_j$  через события  $A$  и  $C_i, I$  и  $C_j$ , соответственно воспользовавшись логической операцией умножения событий:

$$\begin{aligned} B_i &= A \cdot C_i; \\ B_j &= I \cdot C_j. \end{aligned} \quad (31)$$

Поскольку события  $A$  и  $C_i$  являются совместными и зависимыми, искомая вероятность события  $B_i$ , связанного с причинением ущерба  $y_i$ , определяется как:

$$\begin{aligned} P(B_i) &= P(A \cdot C_i) = \\ &= P(A) \cdot P(C_i/A), \end{aligned} \quad (32)$$

где  $P(C_i/A)$  – условная вероятность реализации сценария  $C_i$  при возникновении аварии (события  $A$ ).

По аналогии (32) для вероятности инцидента

$$P(B_j) = P(I \cdot C_j) = P(I) \cdot P(C_j/I), \quad (33)$$

Подставляя выражение (32 и 33) в формулу (30), получаем:

$$\begin{aligned} R &= R_A + R_I = \sum_{i=1}^k P(A) \cdot P(C_i/A) y_{Ai} + \\ &+ \sum_{j=1}^l P(I) \cdot P(C_j/I) y_{Ij}. \end{aligned} \quad (34)$$

Разделяя риски аварий, как и инцидентов, и риски их последствий получим в окончательном виде:

$$\begin{aligned} R_A &= \sum_{i=1}^{k=(n-1)} P(A) \cdot P(C_i/A) y_{Ai} + \\ &+ [P(A)] \left[ \sum_{i=1}^k P(C_i/A) y_{Ai}; \right] \end{aligned} \quad (35)$$

$$\begin{aligned} R_I &= \sum_{i=1}^{l=(m-1)} P(I) \cdot P(C_i/I) y_{Ii} + \\ &+ [P(I)] \left[ \sum_{i=1}^l P(C_i/I) y_{Ii}; \right] \end{aligned} \quad (36)$$

Первый член  $[P(A)]$  произведения в выражении (35)  $\{[P(I)]$  в выражении (36) $\}$  определяется иницирующими событиями аварии (инцидента), а второй  $-\left[\sum_{i=1}^k P(C_i/A) y_{Ai}\right] \left\{\left[\sum_{i=1}^l P(C_i/I) y_{Ii}\right]\right\}$  – последствиями возможной аварии (инцидента) в соответствии со сценарием их развития.



### Заключение

В настоящее время разработаны методики, позволяющие достаточно подробно производить оценку последствий возможных аварий применительно к конкретному ОПО [8], в том числе – к объекту газораспределения, с учетом его индивидуальных особенностей (схема и место расположения, параметры потоков газа, конструктивные особенности и т. д.) и вычислить условные вероятности и ущерб (социальный и экономический) при реализации каждого из возможных сценариев развития аварии. При этом практически отсутствуют методики определения вероятности возникновения аварий –  $P(A)$ . На практике, обычно  $P(A)$  принимают, как среднестатистическую по отрасли для данного типа ОПО, либо назначенную из условий достижения современного уровня в данной области деятельности. И наоборот существует достаточно объективная практика прогнозирования вероятности инцидентов на технически сложных объектах  $P(I)$ , положенная в основу организации обслуживания и ремонта объектов газораспределительных сетей, но практически не исследованы последствия таких инцидентов, особенно социально-экономические, связанные с недопоставками газа населению. Что касается газоснабжения промышленных объектов, то в данном случае их можно исключить из рассмотрения, так как они должны иметь определенный запас газа на время прекращения его подачи в случае инцидентов в газораспределительной сети.

Прогнозирование рисков социально-экономических последствий отказов в газораспределительных сетях может быть основано на учете различного рода потерь (например, получение физической травмы, потеря здоровья, утрата имущества, получение доходов ниже ожидаемого уровня и т.д. [8].

При этом возможны различные подходы к определению причиненного ущерба  $U_i$ . Основанные как на построении детерминистских моделей, так и на рейтинговых методах экспертной оценки. Например, путем установления весовых коэффициентов значимости как для аварий, так и для инцидентов. В основе значимости весовых коэффициентов аварий  $U_{Ai}$  объемы разрушения (механические или коррозионные) газопроводов, газового оборудования (технических устройств), взрывы и (или) воспламенение газа в сооружениях (зданиях), в топках и газоходах газоиспользующих установок, при разрушениях (повреждениях) газопроводов, остановка в газоснабжении города, населенного пункта, микрорайона и др.. В основе

значимости весовых коэффициентов инцидентов  $U_i$  – отказы в работе оборудования (технических устройств), контрольно-измерительных приборов, повреждения газопроводов и сооружений, повлекшие за собой перебои в поставке или снижение производительности, утечка газа, приведшая и не приведшая к перерыву в газоснабжении и др.

При оценке экономического ущерба от аварий необходимо учитывать:

- полные финансовые потери организации, эксплуатирующей ОПО, на котором произошла авария;
- расходы на ликвидацию и расследование аварии;
- социально-экономические потери, связанные с травмиранием и гибелью людей (как персонала организации, так и третьих лиц);
- вред, нанесенный окружающей среде (далее ОС);
- косвенный ущерб и потери государства от выбытия трудовых ресурсов и др..

### Литература

1. СП 62.13330.2011. Свод правил. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-012002 (с изменениями № 1). - М., 2011. - 70 с.
2. . Лепеш Г.В. Прогнозирование безопасности технических систем // Техничко-технологические проблемы сервиса. -№2(48). -2019. С.9 – 16
3. Лепеш Г.В. Имитационное моделирование состояния и функционирования технических устройств и систем.// Техничко-технологические проблемы сервиса.- №3(49), 2019 г. С.13 – 22
4. Лепеш Г.В. Диагностика и комплексное обслуживание инженерно-технических систем и оборудования зданий и сооружений. Техничко-технологические проблемы сервиса. №1(35), 2016 г. С.6– 16
5. Лепеш А.Г., Потемкина Т.В.. Методика расчета оптимального периода технического обслуживания коммунальной техники.// Техничко-технологические проблемы сервиса. №1(39), 2017 г. С.14 – 17
6. [Надежность систем газоснабжения//Газовик — промышленное газовое оборудование](#)
7. Галеев А. Д. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах: учебное пособие /А.Д. Галеев, С.И. Поникаров: Изд-во КНИТУ, 2017. – 152с.
8. РД 03-496-02 Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах 2002.// Федеральный горный и промышленный надзор России (Госгортехнадзор России). [Текст] URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200031148> (дата обращения 05.02.2020)

**ДИНАМИКА ПЛАСТИНЫ С УПРУГО ПРИСОЕДИНЁННОЙ МАССОЙ**Н.Э. Садыгова<sup>1</sup>*Московский государственный университет им М.В. Ломоносова,  
119991, ул. Ленинские горы, д. 1, Москва, Российская Федерация*

Решена задача о динамической нагрузке балки ударяющим телом в присутствии промежуточного демпфера – пружины заданной жёсткости. Полученные уравнения для совместного движения системы балка – пружина – тело состоит из уравнений для прогиба балки и уравнения движения тела, с учётом жёсткости пружины. Задача решается методом интегрального преобразования Лапласа по времени. Для обращения полученного решения используется численный метод Дурбина. С помощью данного метода построены графики решений, позволяющие пронаблюдать поведение тела и вычислить прогиб балки в момент времени. Также показана зависимость искомых функций от основных параметров задачи: жёсткости пружины и изгибной жёсткости балки.

*Ключевые слова:* прогиб балки, колебание балки, пружина, напряжение, деформация, равновесие системы, метод Дурбина.

**DYNAMICS OF A PLATE WITH ELASTICALLY ATTACHED MASS**

N.E. Sadigova

*Lomonosov Moscow State University, 119991, 1 Leninskiye Gory Str., Moscow, Russian Federation*

In this paper, we consider the problem of the dynamic load of a beam by an impacting body in the presence of an intermediate damper – a spring of a given stiffness. The obtained equations for the joint movement of the beam – spring – body system consists of equations for the deflection of the beam and the equation of motion of the body, taking into account the stiffness of the spring. The problem is solved by the integral Laplace transform in time. To invert the obtained solution, the numerical Durbin method is used. Using this method, graphs of solutions are constructed that allow us to observe the behavior of the body and calculate the deflection of the beam at a time. Also shown is the dependence of the required functions on the main parameters of the problem: spring stiffness and bending stiffness of the beam.

*Keywords:* beam deflection, beam vibration, spring, tension, deformation, system balance, Durbin's method.

**Введение**

В современной механике твердого деформируемого тела задачи нагружения пружины вызывают особый интерес. В бампере транспортного средства, в турникетной опоре железнодорожного средства пружина и прикрепленные к ней устройства служат для гашения энергии удара, в витринном устройстве пружина с объектом на ней используется для выталкивания товаров. В работе [1] рассматривается задача о совместных колебаниях твердого тела, упруго присоединенного к неоднородной двухступенчатой балке в двух точках закрепления. В работе [2] исследованы механические колебания твердого тела, соединенного упругими связями со стержнем. Эти задачи были решены посредством вариационного принципа Гамильтона. В данной работе рассматривается задача, где в отличие от предыдущих работ, один конец балки не является закрепленным, а также, решение находится с помощью

интегрального преобразование Лапласа [3-4] по времени. Для численного решения обратного преобразования применяется метод Дурбина [5, 6]. Аналитическое и численное решение сравнивается путем сверки на малом промежутке времени.

Пластиной называют тело, которое в недеформированном состоянии является прямоугольным параллелепипедом, в котором один из размеров (толщина пластины –  $h$ ) много меньше двух остальных. Учитывая малую толщину, кинематику движения материальных точек пластины можно свести к движению точек, изначально находившихся на срединной плоскости (рис. 1). Ось  $z$  направим по нормали к срединной плоскости, ось  $x$  – по длине пластины ( $L$  – длина), ось  $y$  – по ширине ( $2a$  – ширина). Ограничимся случаем цилиндрического изгиба, при котором перемещения не зависят от координаты  $y$ .

<sup>1</sup>Низяр Эльбрус гызы Садыгова - аспирант, магистр кафедры газовой и волновой динамики e-mail: [nigdig@unesp.co.uk](mailto:nigdig@unesp.co.uk)

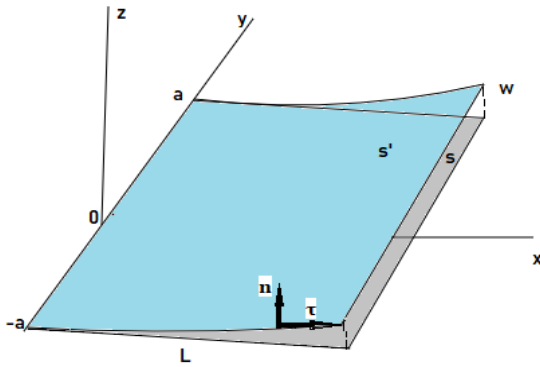


Рисунок 1 – Схема деформирования пластины: S – недеформированная срединная плоскость пластины, S' – положение точек срединной поверхности после цилиндрического изгиба, 2a – ширина пластины, L – длина пластины, n, t – вектор нормали и касательной к образующей цилиндрической поверхности

**Материалы и методы**

При цилиндрическом изгибе геометрия пластины фактически задается кривой её срединного волокна в любом сечении  $y = const$ . На любой выделенный элемент действует система сил и моментов. Рассмотрим уравнения равновесия пластины, считая, что на неё действуют массовые силы с плотностью  $G(s, t)$  и распределенные по поверхности силы с линейной плотностью  $q(s, t)$ , где  $s$  – длина дуги срединного волокна балки  $0 \leq s \leq L$ ,  $t$  – время. Примем в качестве начального состояния, недеформированное горизонтальное положение и будем считать, что срединное волокно не меняет своей длины.

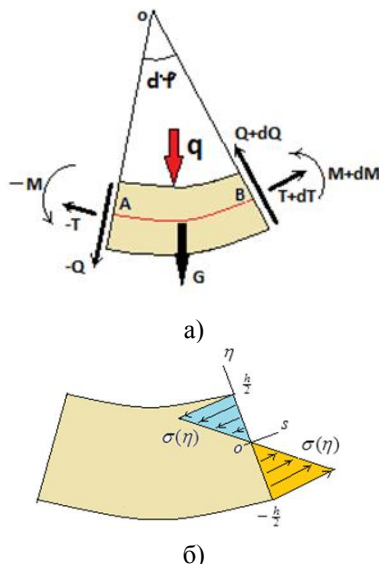


Рисунок 2 – Схема напряженно-деформированного состояния балки: а) – выделенный малый элемент балки с действующими на него силами, б) – распределение нормального напряжения в сечении  $s=const$

Введём в рассмотрение материальные координаты  $s, y, \eta$ , вмороженные в упругую среду. В начальном, недеформированном состоянии координата  $s$  совпадает с координатой  $x$ , координата  $\eta$  – с координатой  $z$ . Примем гипотезу плоских сечений, согласно которой начальные сечения  $x=const$  после деформации остаются ортогональными изогнутому нейтральному волокну (Рисунок 2 а-б). В данных предположениях единственной, отличной от нуля деформацией будет растяжение волокна, изначально параллельного координате  $s$ . Пусть после изгиба нейтральное волокно составляет в каждой локальной точке с координатой  $s$  угол  $\varphi(s)$  с осью  $x$ . Тогда векторы нормали и касательной (Рисунок 1) можно записать в следующей форме:

$$t = e_x \cos \varphi + e_z \sin \varphi, n = -e_x \sin \varphi + e_z \cos \varphi \quad (1)$$

Тогда относительное удлинение (деформацию) волокна с координатой  $\eta$  можно выразить при помощи радиуса кривизны нейтрального волокна, для которого  $\eta = 0$ :

$$\varepsilon = \frac{\eta}{R} \frac{1}{R} = \frac{\partial \varphi}{\partial s}, \quad (2)$$

Воспользуемся законом Гука, связывающим напряжения и деформации в локальной декартовой системе координат с базисом  $t, e_y, \eta$ , учитывая, что в силу гипотезы плоских сечений, данные оси являются главными. Кроме того, единственной отличной от нуля деформацией будет деформация  $\varepsilon_{\tau\tau} = \varepsilon$ . Деформация по направлению  $y$  в силу наших предположений также равна нулю  $\varepsilon_{yy} = 0$ . Используя малую толщину пластины, примем гипотезу о плоском напряжённом состоянии  $\sigma_{nn} \approx 0$ . В результате получим  $E$  – модуль Юнга,  $\nu$  – коэффициент Пуассона:

$$\varepsilon_{\tau\tau} = \varepsilon = \frac{1}{E} \sigma_{\tau\tau} - \frac{\nu}{E} \sigma_{yy} \Rightarrow \varepsilon = \frac{1 - \nu^2}{E} \sigma_{\tau\tau}, \quad (3)$$

$$\varepsilon_{yy} = 0 = \frac{1}{E} \sigma_{yy} - \frac{\nu}{E} \sigma_{\tau\tau} \Rightarrow \sigma_{yy} = \nu \sigma_{\tau\tau}, \quad (4)$$

$$\varepsilon_{nn} = -\frac{\nu}{E} (\sigma_{\tau\tau} + \sigma_{yy}) \Rightarrow \varepsilon_{nn} = -\frac{\nu(1+\nu)}{E} \sigma_{\tau\tau}, \quad (5)$$

Фактически, закон Гука сводится к соотношению:

$$\varepsilon = \frac{1 - \nu^2}{E} \sigma, \text{ где } \sigma = \sigma_{\tau\tau}, \quad (6)$$

Учитывая (2), (3), получим:

$$\sigma(s, \eta) = \frac{E}{1 - \nu^2} \varepsilon(s, \eta) = -\frac{E}{1 - \nu^2} \frac{\eta}{R(s)} = -\frac{E}{1 - \nu^2} \eta \frac{\partial \varphi}{\partial s}, \quad (7)$$

Наличие и асимметричный характер распределения действующих в сечении  $s=const$  напряжений  $\sigma$  приводит к возникновению изгибающего момента  $M(s)$  при равной нулю равнодействующей силе:

$$M = - \int_A [r \times \sigma \tau] dA$$

$$= \frac{4aE}{(1-\nu^2)R} \int_0^{\frac{h}{2}} \eta^2 d\eta \cdot e_y$$

$$= D \frac{1}{R} \cdot e_y = D \frac{\partial \varphi}{\partial s} \cdot e_y, \quad (8)$$

так как:

$$r \times \tau = \begin{vmatrix} \tau & e_y & n \\ 0 & y & \eta \\ 1 & 0 & 0 \end{vmatrix} = \eta e_y - y n,$$

$$D = \frac{aEh^3}{6(1-\nu^2)}. \quad (9)$$

В выражении (5)  $D$  – называется цилиндрической жёсткостью пластины прямоугольной формы с шириной  $2a$  и толщиной  $h$  относительно оси изгиба, параллельной  $y$  и проходящей через центр тяжести сечения. Помимо нормальных напряжений в сечении действуют и касательные напряжения, равнодействующую которых по сечению обозначим как  $Q(s)$  (рис. 2а). Эту силу в технических приложениях называют перерезывающей. Выпишем условия равновесия элемента, показанного на Рисунке 2а. Если оставаться в рамках гипотезы плоских сечений, то  $Q = Qn$ , где  $n$  – единичный вектор нормали к срединному волокну. Учитывая это, запишем условия равновесия сил и моментов:

$$d(Qn) + \rho a h d s G + q d s = 0, \quad (10)$$

$$dM + d s \tau \times Q n + d s \tau \times 2 \rho a h d s G + \frac{d s}{2} \tau \times d s q = 0, \quad (11)$$

Если пренебречь массовыми силами тяжести, то в качестве массовых сил остаются силы инерции  $G = -\ddot{r}(s, t)$ . После деления на длину  $ds$  и предельного перехода, получим (в согласии с (5), (1)) уравнения движения балки:

$$\frac{\partial(Qn)}{\partial s} + \mu \frac{\partial r^2}{\partial t^2} + q = 0, \quad (12)$$

где  $\mu = 2\rho a h$ ;

$$\frac{\partial M}{\partial s} - Q = 0, M(s, t) = D \frac{\partial \varphi}{\partial s}, \quad (13)$$

так как:

$$\tau \times n = \begin{vmatrix} \tau & e_y & n \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = -e_y, \quad (14)$$

$$\tau = \frac{\partial r}{\partial s} = e_x \cos \varphi(s, t) + e_z \sin \varphi(s, t)$$

$$n = -e_x \sin \varphi(s, t) + e_y \cos \varphi(s, t), \quad (15)$$

$$r = x(s, t)e_x + z(s, t)e_z, \quad (16)$$

$$\frac{\partial x(s, t)}{\partial s} = \cos \varphi(s, t),$$

$$\frac{\partial z(s, t)}{\partial s} = \sin \varphi(s, t), \quad (17)$$

Исключим в уравнениях (6) момент и спроектируем на оси  $(x, z)$ :

$$-\frac{\partial Q}{\partial s} \sin \varphi - Q \cos \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial s} + \mu \frac{\partial x^2}{\partial t^2} + q_x = 0, \quad (18)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial s} \cos \varphi - Q \sin \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial s} + \mu \frac{\partial z^2}{\partial t^2} + q_y = 0, \quad (19)$$

$$Q = D \frac{\partial^2 \varphi}{\partial s^2}, M(s, t) = D \frac{\partial \varphi}{\partial s}, \quad (20)$$

$$\frac{\partial x}{\partial s} = \cos \varphi(s, t), \frac{\partial z}{\partial s} = \sin \varphi(s, t). \quad (21)$$

Ведём прогиб пластины  $w(s, t) = z(s, t)$ . В случае малых углов поворота  $\sin \varphi \approx tg \varphi \approx \varphi$  и отсутствии внешних поверхностных сил  $q \equiv 0$  из (19) получим:

$$x \approx s, \varphi \approx \frac{\partial w}{\partial x}, \quad (22)$$

$$D \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0, \quad (23)$$

$$Q = D \frac{\partial^3 w}{\partial x^3}, M = D \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \quad (24)$$

Балка скреплена пружиной заданной жёсткости  $k$  с телом массы  $m$  (Рисунок 3). Начальная длина пружины равна  $b_0$ , балка находится в горизонтальном недеформированном состоянии. В момент времени, который мы примем за начало отсчёта  $t = 0$ , масса имеет начальную скорость  $v_z = -V_0$ . Необходимо определить совместное движение механической системы: балка-пружина-тело, пренебрегая массой пружины.

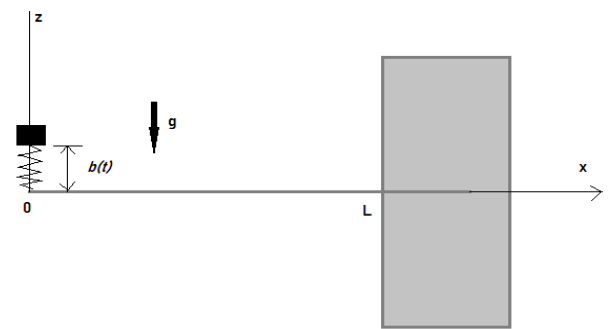


Рисунок 3 – Балка скреплена пружиной заданной жёсткости  $k$  с телом массы  $m$

Обозначим вертикальную координату тела как  $z(t)$ . Учитывая прогиб балки, текущая длина пружины будет равна:

$$b(t) = z(t) - w_0(t), \text{ где } w_0(t) = w(x, t)|_{x=0,5},$$

что позволяет вычислить силу, которая растягивает (или сжимает) пружину  $F = k(b(t) - b_0) = k(z(t) - w(0, t) - b_0)$ . (26)

Движение тела происходит под действием силы  $F$ , взятой с обратным знаком. Учитывая начальные условия, получим для движения тела определяющие уравнения и начальные данные:

$$m\ddot{z}(t) = -k(z(t) - w(0, t) - b_0) - mg \quad (10),$$

$$z(0) = b_0, \dot{z}(0) = -V_0, w(0, 0) = 0, \quad (28)$$

На левый край пластины  $x = 0$  в момент времени  $t = 0$  начинает действовать поперечная сила  $Q$ . Если сила  $F$  положительна, то есть пружина растягивается, то поперечная сила направлена вверх. Наоборот, когда пружина сжимается, поперечная сила направлена вниз. С учётом этого уравнения и условия для пластины будут такими:

$$D \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0, 0 < x < L; \quad (29)$$

$$t = 0, w = 0, \dot{w} = 0; \quad (30)$$

$$x = 0, M = D \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \Big|_{x=0}, Q = D \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \Big|_{x=0} = k(z(t) - w(0, t) - b_0); \quad (31)$$

$$x = L, w|_{x=L} = 0, \frac{\partial w}{\partial x} \Big|_{x=L} = 0. \quad (32)$$

### Результаты и обсуждение

Для удобства численных расчётов перейдём к безразмерным переменным (со знаком звёздочки):

$$x = Lx^*, w = hw^*, t = L/V_0 t^*, z = hz^*, b_0 = hb_0^*, \quad (33)$$

Общая система уравнений (27), (28) примет вид:

$$D \frac{h}{L^4} \frac{\partial^4 w^*}{\partial x^{*4}} + \mu \frac{hV_0^2}{L^2} \frac{\partial^2 w^*}{\partial t^{*2}} = 0, 0 < x^* < 1, \quad (34)$$

$$m \frac{hV_0^2}{L^2} \frac{d^2 z^*}{dt^{*2}} = -kh(z^* - w^*(0, t^*) - b_0^*) - mg, \quad (35)$$

$$t^* = 0, w^* = 0, \dot{w}^* = 0; z^* = b_0^*, \frac{V_0 h}{L} \dot{z}^* = -V_0; \quad (36)$$

$$x^* = 0, \frac{\partial^2 w^*}{\partial x^{*2}} \Big|_{x^*=0} = 0, D \frac{h}{L^3} \frac{\partial^3 w^*}{\partial x^{*3}} \Big|_{x^*=0} = kh(z^* - w^*(0, t^*) - b_0^*); \quad (37)$$

$$x^* = 1, w^*|_{x^*=1} = 0, \frac{\partial w^*}{\partial x^*} \Big|_{x^*=1} = 0. \quad (38)$$

Для удобства, введём замену функции  $Z^*(t^*) = z^*(t^*) - b_0^*$ , и не будем писать знак звёздочки, понимая все переменные безразмерными. В результате получим следующую формулировку задачи – решить совместно систему уравнений:

$$\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + p \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} = 0, 0 < x < 1, \quad (39)$$

$$\frac{d^2 Z}{dt^2} + q^2 Z = q^2 w(0, t) - \beta, \quad (40)$$

со следующими начальными и граничными условиями:

$$t = 0, w = 0, \dot{w} = 0; Z = 0, \dot{Z} = -r; \quad (41)$$

$$x = 0, \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \Big|_{x=0} = 0, \frac{\partial^3 w}{\partial x^3} \Big|_{x=0} = f \cdot Z - f \cdot w(0, t); \quad (42)$$

$$x = 1, w|_{x=1} = 0, \frac{\partial w}{\partial x} \Big|_{x=1} = 0. \quad (43)$$

Как оказалось, задача (39), (41) зависит от следующих безразмерных параметров:

$$p^2 = \frac{D}{\mu L^2 V_0^2} = \frac{Eh^2}{12(1-\nu^2)\rho L^2 V_0^2}, q^2 = \frac{kL^2}{mV_0^2}, \beta = \frac{g}{LV_0}, r = \frac{L}{h}, f = \frac{kL^3}{D}, \quad (44)$$

Будем решать задачу с использованием интегрального преобразования Лапласа [3, 7, 8] по времени:

$$u(t) \rightarrow \text{образ} \quad \tilde{u}(s) = \int_0^\infty u(t) \exp(-st) dt, \quad (45)$$

$$\tilde{u}(s) \rightarrow \text{оригинал} \quad u(t) = \frac{1}{2\pi i} \int_{d-i\infty}^{d+i\infty} \tilde{u}(s) \exp(st) ds. \quad (46)$$

Применим к уравнениям (39) и условиям (40) преобразование Лапласа (45):

$$s^2 \tilde{w} + p^2 \frac{\partial^4 \tilde{w}}{\partial x^4} = 0, 0 < x < 1$$

$$s^2 \tilde{Z} + r + q^2 \tilde{Z} = q^2 \tilde{w}(0, s) - \frac{\beta}{s} x =$$

$$0, \frac{\partial^2 \tilde{w}}{\partial x^2} \Big|_{x=0} = 0, \frac{\partial^3 \tilde{w}}{\partial x^3} \Big|_{x=0} = f \cdot \tilde{Z} - f \cdot \tilde{w}(0, s); \quad (47);$$

$$x = 1, \tilde{w}|_{x=1} = 0, \frac{\partial \tilde{w}}{\partial x} \Big|_{x=1} = 0, \quad (48)$$

Второе уравнение позволяет исключить образ  $\tilde{Z}(s)$  и свести определение образа  $\tilde{w}(x, s)$  к следующей краевой задаче:

$$s^2 \tilde{w} + p^2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} = 0, 0 < x < 1, \quad (49)$$

$$x = 0, \frac{\partial^2 \tilde{w}}{\partial x^2} \Big|_{x=0} = 0, \frac{\partial^3 \tilde{w}}{\partial x^3} \Big|_{x=0}$$

$$= f \cdot \left( \frac{q^2}{s^2 + q^2} - 1 \right) \cdot \tilde{w}(0, s) - \frac{f \cdot r}{s^2 + q^2} - \frac{f \cdot \beta}{s(s^2 + q^2)}; \quad (50)$$

$$x = 1, \tilde{w}|_{x=1} = 0, \frac{\partial \tilde{w}}{\partial x} \Big|_{x=1} = 0. \quad (51)$$

$$\tilde{Z} = -\frac{r}{s^2 + q^2} - \frac{\beta}{s(s^2 + q^2)} + \frac{q^2}{s^2 + q^2} \tilde{w}(0, s), \quad (52)$$

Решая дифференциальное уравнение находим:

$$\begin{aligned} \tilde{w}(x, s) = & C_1 \cdot e^{nx(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + C_2 \cdot e^{-nx(-s^2)^{\frac{1}{4}}} \\ & + C_3 \cdot e^{inx(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + C_4 \\ & \cdot e^{-inx(-s^2)^{\frac{1}{4}}}, \end{aligned} \quad (53)$$

Где коэффициенты  $C_1, C_2, C_3, C_4$  имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} C_1(s) = & -\frac{1}{2}(f(rs + \beta))(ie^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - \\ & ie^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - 2 - e^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - \\ & e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}}) / \left( \left( 4i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2 + \right. \right. \\ & ifs^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - ie^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}}fs^2 + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & ifs^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & fs^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - fs^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & fs^2e^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - fs^2e^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & \left. \left. 4i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2 - ie^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}}fs^2 \right) s \right); \end{aligned} \quad (54)$$

$$\begin{aligned} C_2(s) = & \frac{1}{2}(f(rs + \beta))(ie^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + 2i + \\ & ie^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + e^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - \\ & e^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}}) / \left( \left( 4i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2 + \right. \right. \\ & ifs^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - ie^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}}fs^2 + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & ifs^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & \left. \left. i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \right. \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & fs^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - fs^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & fs^2e^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - fs^2e^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & \left. \left. 4i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2 - ie^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}}fs^2 \right) s \right); \end{aligned} \quad (55)$$

$$\begin{aligned} C_3(s) = & \frac{1}{2}(f(rs + \beta))(ie^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - \\ & ie^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + 2 + e^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}}) / \left( \left( 4i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2 + \right. \right. \\ & ifs^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - ie^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}}fs^2 + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & ifs^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & fs^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - fs^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & fs^2e^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - fs^2e^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & \left. \left. 4i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2 - ie^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}}fs^2 \right) s \right); \end{aligned} \quad (56)$$

$$\begin{aligned} C_4(s) = & -\frac{1}{2}(f(rs + \beta))(ie^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & ie^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + 2i - e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}}) / \left( \left( 4i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2 + \right. \right. \\ & ifs^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - ie^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}}fs^2 + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & ifs^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\ & \left. \left. i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \right. \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3q^2e^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\
 & fs^2e^{(-1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - fs^2e^{(-1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\
 & fs^2e^{(1+i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} - fs^2e^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}} + \\
 & 4i(-s^2)^{\frac{3}{4}}n^3s^2 - ie^{(1-i)n(-s^2)^{\frac{1}{4}}}fs^2 \Big) s);
 \end{aligned}
 \tag{57}$$

Простым вычислением и подстановкой находим функцию координаты тела:

$$\begin{aligned}
 \tilde{Z}(s) = & \frac{q^2(C_1 + C_2 + C_3 + C_4)}{q^2 + s^2} - \frac{\beta}{s(q^2 + s^2)} \\
 & - \frac{\beta}{q^2 + s^2};
 \end{aligned}
 \tag{58}$$

Возьмем следующие значения для параметров:

$$\begin{aligned}
 \rho = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, E = 2,0 \cdot 10^{10} \text{Па}, \nu = 0,3, a = \\
 0,5 \text{ м}, h = 0,1 \text{ м}, L = 1,5 \text{ м}, V_0 = 1 \text{ м/с}, k = \\
 10^4 \text{ Н/м}, m = 70 \text{ кг}.
 \end{aligned}
 \tag{59}$$

Используя метод Дурбина находим оригиналы функций прогиба и координаты тела (Рисунок 4 а-б):

Проверим зависимость функций прогиба балки и координаты тела от параметров жесткости пружины и размера балки:

а) жесткость пружины (Рисунок 5 а-б):

$$k_1 = 10^4 \text{ Н/м}, k_2 = 2 \cdot 10^4 \text{ Н/м}, k_3 = 3 \cdot 10^4 \text{ Н/м}
 \tag{60}$$

б) размер балки (Рисунок 6 а-б):

$$a_1 = 0,5 \text{ м}, a_2 = 0,7 \text{ м}, a_3 = 0,9 \text{ м}, L_1 = 1,5 \text{ м}, L_2 = 2 \text{ м}, L_3 = 2,5 \text{ м},
 \tag{61}$$

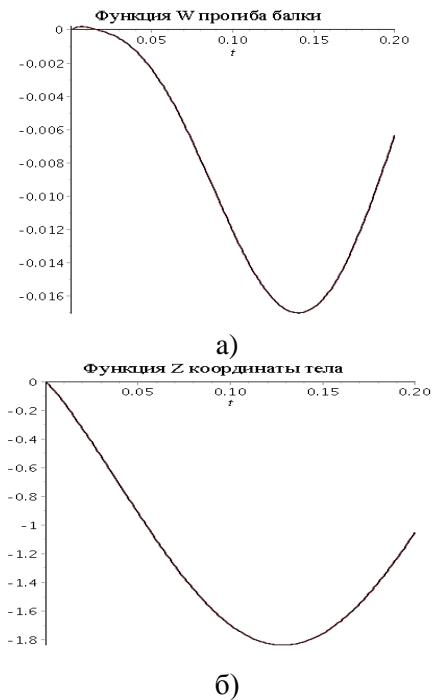


Рисунок 4 – Оригиналы функций прогиба и координаты тела

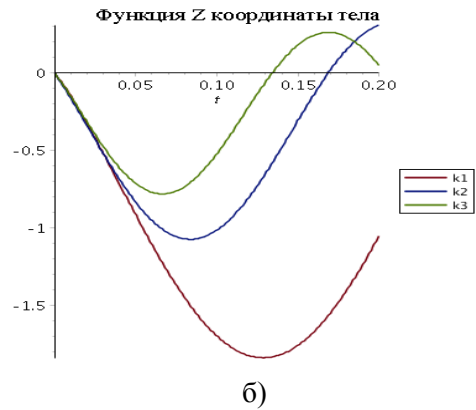
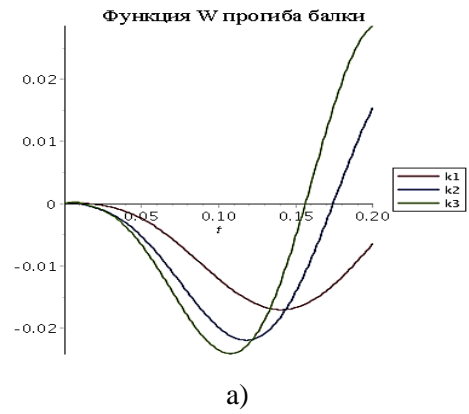


Рисунок 5 – Зависимость функций прогиба балки и координаты тела от параметров жесткости пружины

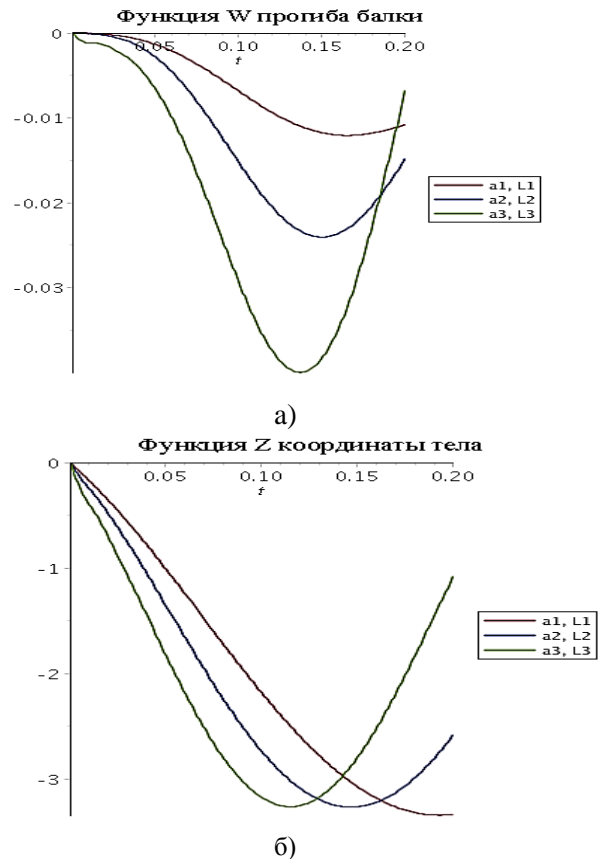
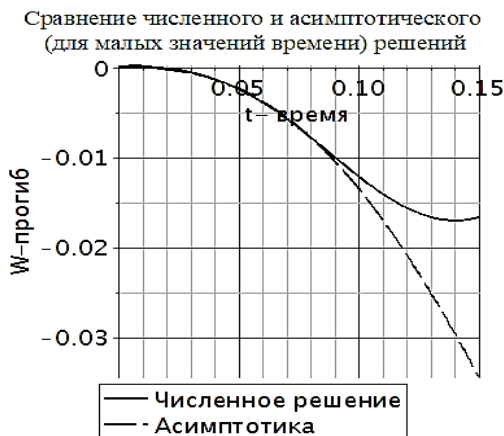


Рисунок 6 – Зависимость функций прогиба балки и координаты тела от размера балки

Сравнение аналитического и численного метода Дурбина [5, 9, 10]. Покажем, что аналитическое и численное решение обратного преобразования Лапласа [3] методом Дурбина [5] на малых промежутках времени совпадают (Рисунок 7 а-б).



а)



б)

Рисунок 7 – Сравнение аналитического и численного метода Дурбина

### Выводы

С помощью условия равновесия сил и моментов построена система уравнений решения задачи нагружения балки пружиной с закрепленной массой. Используя прямое преобразование Лапласа система уравнений была значительно упрощена. Решив дифференциальное уравнение был найден образ функции прогиба, а постановкой – образ функции движения тела. Численный метод Дурбина обращения интегрального преобразования Лапласа в данной задаче является применимым.

Метод дает результаты, на начальном малом участке времени совпадающие с анали-

тическим решением. Подстановкой конкретных чисел в параметры решений были построены графики функции прогиба и функции координаты тела от времени.

Для сравнения зависимости функций от параметров жесткости пружины и размера балки были построены графики этих функций от данных параметров при различных их значениях. Было выяснено, что при увеличении жесткости пружины значения функции прогиба и функции координаты тела также увеличиваются. А при увеличении жесткости балки значения функции прогиба и функции координаты тела уменьшаются. Этот результат полностью отражает практическую постановку.

### Литература

1. Баргуев С.Г. *Колебания неоднородной балки с упруго присоединённым телом с двумя степенями свободы*. Улан-Удэ: Наука, 2017. С. 80-85.
2. Мижидон А.Д., Цыцыренова М.Ж. Обобщенная математическая модель системы твердых тел, установленных на упругом стержне. *Вестник ВСГУТУ* 2013, 6: 5-12.
3. Лурье А.И. *Операционное исчисление и его приложение к задачам механики*. Москва: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1951. 431 с.
4. Крылов В.И., Скобля Н.С. *Методы приближенного преобразования Фурье и обращения преобразования Лапласа*. Москва: Наука, 1974. 223 с.
5. Durbin, F. 1974. Numerical inversion of laplace transforms: an efficient improvement to Dubner and Abate's Method. *The Computer Journal*, 17: 371-376.
6. Туркова В.А., Степанова Л.В. Различные режимы циклического нагружения неупругой пластины: конечно-элементный анализ двухосного нагружения упругопластической пластины с эллиптическим вырезом. *Вестник ПНИПУ. Механика*, 2016, 3: 207-221.
7. Баргуев С.Г. К исследованию колебаний твердого тела с двумя степенями свободы на балке Эйлера-Бернулли. *Сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции*. Горки: БГСХА, 2016. С. 18-21.
8. Cha, P.D. 2007. Free vibrations of a uniform beam with multiple elastically mounted two-degree-of-freedom systems. *Journal of Sound and Vibration*, 307(1-2): 386-392.
9. Wu, J.-J., Whittaker, A.R. 1999. The natural frequencies and mode shapes of a uniform cantilever beam with multiple two-DOF spring-mass systems. *Journal of Sound and Vibration*, 227(2): 361-381.
10. Мижидон А.Д., Баргуев С.Г. О вынужденных колебаниях механической системы установленной на упругом стержне. *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*, 2004, 1, 32-34.





## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

М.А. Николаев<sup>1</sup>

*Псковский государственный университет, 180000, Псков, пл. Ленина, д. 2*

Обоснована необходимость разделения показателей экономической безопасности промышленности на инерционные, нейтральные и динамичные. Выполнена оценка рисков, обусловленных степенью износа основных фондов, уровнем инновационной активности, а также инвестиционного, производственного и финансового рисков в разрезе подотраслей обрабатывающих производств.

*Ключевые слова.* Промышленность, показатели, риски, коэффициент вариации.

### METHODOLOGICAL ASPECTS OF ANALYZING THE STATE OF ECONOMIC SECURITY IN INDUSTRY

M.A. Nikolaev

*Pskov state University, 180000, Pskov, Lenin square, 2*

Need of division of indicators of economic security of the industry on inertial, neutral and dynamic is proved. The assessment of risks caused by the degree of depreciation of fixed assets, the level of innovation activity, as well as investment, production and financial risks in the context of the manufacturing sub-sectors was carried out.

*Keywords.* Industry, indicators, risks, variation coefficient.

Развитие реального сектора экономики в настоящее время рассматривается в качестве приоритетного направления выхода экономики РФ из состояния стагнации и повышения уровня ее безопасности. Так в Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года (Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2017 г) (далее Стратегия) недостаточный объем инвестиций в реальный сектор экономики отнесен к числу основных вызовов и угроз экономической безопасности. При этом обеспечение устойчивого роста реального сектора экономики рассматривается в качестве одной из целей государственной политики в сфере обеспечения экономической безопасности.

В Стратегии также представлены показатели состояния экономической безопасности. При этом значительное число из них отражают состояние реального сектора экономики. К их числу относятся степень износа основных фондов; индекс промышленного производства; доля организаций, осуществляющих технологические инновации; доля инвестиций в машины, оборудование и транспортные средства в общем объеме инвестиций в основной капитал. Ряд аспектов развития реального сектора представлен также в Стратегии национальной без-

опасности Российской Федерации (Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 года). Так в документе развитие промышленно-технологической базы и национальной инновационной системы рассматривается в качестве важнейшего направления обеспечения экономической безопасности. В научной литературе обрабатывающая промышленность рассматривается в качестве основного элемента реального сектора экономики в обеспечении экономической безопасности [1]. В работе [2] развитие обрабатывающей промышленности рассматривается как важнейший фактор обеспечения экономической безопасности государства, так и наиболее значимая компонента регионального развития. Значимость промышленности в экономике страны акцентируется в работе [3]. Авторы отмечают, что «экономическое положение любой страны во многом зависит от развития её промышленности. Именно состояние и динамика развития промышленного комплекса определяют возможности успешного решения стратегических и тактических задач по укреплению экономической независимости, национальной безопасности, обеспечению достойного уровня жизни населения».

<sup>1</sup>Николаев Михаил Алексеевич – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики и финансов, Псковской государственной университет, тел.: 7 953 239 49 10, e-mail: [mihaelnikolaev@mail.ru](mailto:mihaelnikolaev@mail.ru)

Таким образом, как обеспечение экономической безопасности, так и развитие национальной экономики во многом определяется состоянием обрабатывающей промышленности. При этом вопросы методологии анализа и управления экономической безопасностью в отрасли не получили должного развития. В программных документах, а также в научной литературе основное внимание уделяется понятийному аппарату, а также показателям экономической безопасности. Кроме этого в научной литературе большое число публикаций посвящено методологическим аспектам определения пороговых значений показателей.

В работе [4] показатели производственной безопасности разделены на внутренние и внешние. К числу внутренних относятся индикаторы производства, финансов, а также индикаторы инноваций и инвестиций. К числу внешних – научно-технические, энергетические, инфраструктурные, экологические, внешнеэкономические, кредитной политики, правопорядка, демографические, уровня жизни, рынка труда и др.

Определенную специфику имеют показатели состояния экономической безопасности высокотехнологичных производств. Так для отрасли авиастроения к их числу относятся: выручка от продажи авиационной продукции, производительность труда, показатели рентабельности продаж и рентабельности активов промышленных предприятий отрасли [5]. В работе [6] состояние промышленной безопасности рассматривается с помощью показателей степень износа основных фондов в промышленности и объем промышленного производства на душу населения.

Отрасли реального сектора играют ведущую роль в экономике большинства субъектов РФ, что обуславливает тесную взаимосвязь состояния экономической безопасности региона с состоянием этих отраслей. В связи с этим в работе [7] показатели обрабатывающей промышленности рассматриваются с точки зрения обеспечения экономической безопасности региона. Автор выделяет две группы показателей:

1. Показатели, определяющие вклад обрабатывающей промышленности в социально-экономическое развитие региона (доля в ВРП и в отраслевой структуре занятости).

2. Показатели экспорта предприятий региональных обрабатывающих производств, характеризующие конкурентоспособность их продукции.

В работе [8] уровень экономической безопасности региона оценивается с помощью следующих показателей:

- динамика доли промышленности и сельского хозяйства в структуре добавленной стоимости;

- доля высокотехнологичных видов деятельности в структуре обрабатывающих производств.

Кроме этого используются традиционные показатели износа основных фондов, а также динамика промышленного производства и инновационной активности.

Состояние экономической безопасности промышленных предприятий в существенной мере определяется их финансовыми показателями: рентабельности продукции и капитала, платежеспособности и финансовой устойчивости [9]. Важнейшие показатели экономической безопасности предприятий обрабатывающей промышленности в значительной степени зависят от уровня инвестиционной активности. В связи с этим уровень инвестиционной безопасности во многом определяет состояние экономической безопасности в целом [10].

На основе систематизации точек зрения, представленных в научной литературе, а также с учетом показателей Стратегии можно определить следующие важнейшие показатели экономической безопасности промышленности: удельный вес инвестиций в обрабатывающую промышленность; степень износа основных фондов; индекс промышленного производства; доля инновационных товаров, работ, услуг; финансовые показатели (рентабельности, платежеспособности, финансовой устойчивости).

Таким образом, состояние экономической безопасности промышленности определяется достаточно большим числом разнородных первичных показателей, что обуславливает актуальность построения на их основе интегрального показателя ( $\Pi$ ). В большинстве случаев он формируется как взвешенная сумма частных показателей:

$$\Pi = V_1 \cdot \Pi_1 + V_i \cdot \Pi_i + V_n \cdot \Pi_n,$$

где  $\Pi_i, V_i$  – частные показатели экономической безопасности и их удельные веса, которые определяются в основном методом экспертных оценок.

Интегральные показатели получили достаточно широкое распространение в задачах оценки инвестиционного потенциала и риска территорий, а также условий развития различных видов экономической деятельности. Спецификой этих задач является то, что они используют, как правило, достаточно однородную совокупность исходных показателей.

В то же время задачи оценки состояния экономической безопасности требуют использования широкого спектра разнородных пер-

вичных показателей, которые характеризуются различной динамикой. Например, степень износа основных фондов и доля инновационных товаров изменяются медленнее, чем *доля инвестиций в обрабатывающую промышленность* и индекс промышленного производства, которые, в свою очередь, более инерционны, чем финансовые показатели.

Инерционность показателей определяется природой активов, лежащих в основе первичных показателей, а также степенью их зависимости от макроэкономических показателей. Например, рассмотренные выше внешние показатели: научно-технические, энергетические, инфраструктурные, экологические, кадрового обеспечения, являются самыми инерционными в силу большой длительности воспроизводственного цикла основных фондов и трудовых ресурсов. Финансовые активы обладают гораздо меньшей инерционностью, чем реальные. По этой причине финансовые показатели характеризуются высокой вариабельностью. Кроме этого они в существенной степени зависят от динамики макроэкономических показателей.

Таким образом, для оценки состояния экономической безопасности промышленности будем использовать три группы показателей:

- инерционные: степень износа основных фондов и удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации;
- динамичные: рентабельность активов организаций, сальдированный финансовый результат (прибыль минус убыток);
- нейтральные (имеют средний уровень инерционности): *индекс физического объема инвестиций в основной капитал*, индекс производства по видам экономической деятельности.

Выполним анализ состояния экономической безопасности для подотраслей обрабатывающей промышленности, имеющих наибольшую численность работников (табл. 1).

Анализ произведен за период 2010-2015 гг. Для каждого показателя выполнен расчет коэффициента вариации в разрезе подотраслей обрабатывающей промышленности как отношение стандартного отклонения показателя к его среднему значению. В качестве примера в табл. 2 и 3 представлен расчет коэффициентов вариации для показателей индексы физического объема инвестиций в основной капитал и рентабельность активов организаций. Коэффициент вариации характеризует уровень риска. В рамках данного исследования будем считать, что значение до 10% соответствует слабому уровню риска, от 10 до 25% – умеренному, а более 25% – высокому.

Таблица 1 – Среднегодовая численность работников организаций по видам экономической деятельности (тысяч человек)

	2015
<b>8. Обрабатывающие производства</b>	<b>5546,3</b>
Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	890,3
Химическое производство	334,4
Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	737,2
Производство машин и оборудования	511,4
Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	632,8
Производство транспортных средств и оборудования	922,5

Из представленных в табл. 2 видов экономической деятельности наименьший инвестиционный риск имеет пищевая промышленность, а наибольший – производство транспортных средств и оборудования. Под риском в данном случае понимается вероятность неблагоприятного события, т.е. существенного снижения уровня инвестиционной активности в отрасли. Таким образом, все рассмотренные отрасли имеют слабый или достаточно умеренный уровень инвестиционного риска.

Следует отметить, что низкое значение инвестиционного риска не означает отсутствие проблем в инвестиционной сфере у рассматриваемых видов экономической деятельности. Механизм обеспечения экономической безопасности на уровне предприятия или отрасли следует рассматривать в качестве подсистемы механизма управления развитием. Так вид деятельности «производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака» имеет слабый инвестиционный риск при невысоком уровне инвестиционной активности. При этом активизация инвестиционной деятельности должна решаться в рамках механизма управления развитием отрасли. В то же время вид деятельности «производство транспортных средств и оборудования» имеет достаточно высокий уровень инвестиционной активности при умеренном уровне инвестиционного риска. Задача снижения этого риска должна решаться в рамках механизма обеспечения экономической безопасности.

Таким образом, задача управления экономической безопасностью не должно подменять задачу управления развитием соответствующего объекта. Механизм обеспечения экономической безопасности должен реагиро-

вать на актуальные для данного объекта угрозы [11].

Таблица 2 – Индексы физического объема инвестиций в основной капитал

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Коэффициент вариации, %
<b>Обрабатывающие производства</b>	<b>101,5</b>	<b>107,9</b>	<b>112,4</b>	<b>107,3</b>	<b>103,4</b>	<b>92,7</b>	6,5
Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	106,6	99,2	110,7	100,3	105,3	90,4	7,0
Химическое производство	100,5	124,8	124,6	102,2	103	116,8	10,2
Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	85,9	104,9	102,1	92,1	96,1	97,3	7,1
Производство машин и оборудования	107,6	91,8	119,5	113,7	110,6	100,5	9,2
Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	100,7	120,9	124,6	102,6	98,9	114,9	10,1
Производство транспортных средств и оборудования	104,7	106,9	118,4	121,2	119,9	81,8	13,7

Совершенно иная ситуация имеет место с финансовым риском (табл. 3). Умеренный риск в данном случае имеет только вид деятельности «производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования», а близкий к умеренному – пищевая промышленность.

У всех остальных видов деятельности финансовый риск является высоким. При этом самый высокий уровень финансового риска имеет вид деятельности «производство транспортных средств и оборудования».

Таблица 3 – Рентабельность активов организаций

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Коэффициент вариации, %
<b>Обрабатывающие производства</b>	<b>8,2</b>	<b>8,4</b>	<b>8,1</b>	<b>4,5</b>	<b>2,9</b>	<b>4</b>	41,3
Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	7,2	4,4	6,4	5,7	3	5,9	27,7
Химическое производство	12,2	16	14,9	6,5	-1	9,5	64,9
Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	8,4	6,2	5,6	2,7	1,5	6,7	50,0
Производство машин и оборудования	3,7	6,2	4,1	3,3	-0,3	2,1	68,1
Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	6,4	6,5	6,5	5,1	4,4	5,6	15,2
Производство транспортных средств и оборудования	-0,3	2,1	2,8	1,6	-0,7	-1,7	281,3

Таким образом, в качестве наиболее стабильного с точки зрения инвестиционного и финансового риска следует рассматривать вид деятельности «производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования».

В таблице 4 представлена итоговая таблица показателей риска подотраслей обрабатывающих производств в разрезе следующих показателей: степень износа основных фондов (износ); удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации (инновации); индекс физического объема инвестиций в основной капитал (инвестиции); индекс произ-

водства (производство); рентабельность активов организаций (рентабельность); сальдированный финансовый результат (финансовый результат).

Результаты расчетов подтверждают сформулированную выше гипотезу о необходимости разделения показателей на инерционные, нейтральные и динамичные. Действительно для обрабатывающих производств в целом показатели износа и инноваций являются самыми инерционными и имеют самое низкое значение коэффициента вариации. Риски, обусловленные состоянием основных фондов и уровнем инновационной активности, могут

быть хорошо спрогнозированы и регулироваться в рамках механизма управления развитием. Схожая ситуация имеет место и в отношении инвестиционного и производственного рисков. Показатели инвестиционной активности и динамики производства отнесены нами к группе нейтральных и скорость их изменения выше,

чем у инерционных показателей. Показатели риска у них также примерно в два раза выше, чем у инерционных показателей, но остаются на приемлемом уровне. Таким образом, задача активизации инвестиционной и производственной деятельности также должна решаться в рамках механизма управления развитием.

Таблица 4 – Показатели риска обрабатывающих производств

	Износ	Инновации	Инвестиции	Производство	Рентабельность	Финансовый результат
<b>Обрабатывающие производства</b>	<b>3,2</b>	<b>2,9</b>	<b>6,5</b>	<b>5,5</b>	<b>41,3</b>	<b>49,7</b>
производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	6,1	5,3	7,0	1,3	27,7	59,3
химическое производство	2,4	4,4	10,2	3,6	64,9	65,5
металлургическое производство и производство готовых металлических изделий	5,7	2,9	7,1	6,3	50,0	58,3
производство машин и оборудования	1,4	5,8	9,2	10,4	68,1	89,4
производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	3,9	4,0	10,1	9,3	15,2	79,6
производство транспортных средств и оборудования	1,8	7,1	13,7	11,2	281,3	461,3

Как уже выше отмечалось, совершенно иная ситуация имеет место для финансовых показателей. Для всех подотраслей обрабатывающих производств показатели финансового риска имеют высокое значение. К числу сравнительно благополучных можно отнести такие виды деятельности, как «производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака» и «производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования». Самым проблемным видом деятельности с точки зрения финансовых рисков является «производство транспортных средств и оборудования».

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что система обеспечения экономической безопасности на уровне предприятий, а также на отраслевом уровне должна, прежде всего, обеспечивать мониторинг финансовых показателей.

Подобный вывод представлен также в работе [12]. Так согласно результатам дистанционного обследования промышленных предприятий, в 2015 г., 55 % предприятий оценивают свое финансово-экономическое состояние негативно («тяжелое» – 13 %, «нестабильное» – 42 %). На подъеме находятся лишь 2 % опрошенных предприятий. При этом около трети предприятий являются убыточными.

Таким образом, разделение показателей состояния экономической безопасности на инерционные, нейтральные и динамичные поз-

воляет разделить функции между системой управления развитием отрасли и системой обеспечения экономической безопасности. Разграничение функция позволит повысить эффективность управления как развитием, так и экономической безопасностью отрасли.

#### Литература

1. Бухвальд Е.М., Бабкин А.В. Промышленная политика и приоритеты экономической безопасности в России // Вестник ЗабГУ. 2016. Т. 22. № 4. С. 94-106.
2. Миллер М.А. Обрабатывающая промышленность регионов Сибирского федерального округа в контексте экономической безопасности // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 5 (63). С. 812-823.
3. Лаптева И.П., Филатова С.Н. Оценка промышленной безопасности Кировской области // В сборнике: Общество. Наука. Инновации (НПК-2018) сборник статей XVIII Всероссийская научно-практическая конференция: в 3 томах. Вятский государственный университет. 2018. С. 1379-1386.
4. Акбердина В. В., Гребенкин А. В., Смирнова О. П. Комплексный инструментальный оценки экономической безопасности отраслей экономики: региональный аспект // Экономика региона. — 2017. Т. 13. Вып. 4. С. 1264-1279.
5. Калачанов В.Д., Ефимова Н.С., Рычагов М.С. Финансово-экономическая безопасность производства в высокотехнологичных отраслях промышленности (на примере авиастроения) // Вестник Университета (Государственный университет управления). 2015. № 9. С. 324-330.

6. Лаптева И.П., Филатова С.Н. Оценка промышленной безопасности Кировской области // В сборнике: Общество. Наука. Инновации (НПК-2018) сборник статей XVIII Всероссийская научно-практическая конференция: в 3 томах. Вятский государственный университет. 2018. С. 1379-1386.
7. Миллер М.А. Обработывающая промышленность регионов Сибирского федерального округа в контексте экономической безопасности // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 5 (63). С. 812-823.
8. Николаев М.А. Обеспечение экономической безопасности в реальном секторе экономики регионов. Экономическая безопасность: проблемы, перспективы, тенденции развития: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (14 декабря 2015 г.): в 2 ч. / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь. 2015. Ч. 1. С.325-336.
9. Алексеева Ю.А., Феофилова Т.Ю. Роль обрабатывающей промышленности в системе экономической безопасности страны // В сборнике: Неделя науки СПбПУ. Материалы научной конференции с международным участием. Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли. 2018. С. 518-521.
10. Николаев М.А., Махотаева М.Ю. Основные составляющие инвестиционной безопасности и их оценка // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10. № 5. С. 34–45.
11. Николаев М.А., Махотаева М.Ю. Механизм обеспечения экономической безопасности на региональном уровне // Финансовая экономика. 2018. № 6. С. 1198–1201.
12. Клейнер Г.Б. Системная модернизация отечественных предприятий: теоретическое обоснование, мотивы, принципы // Экономика региона. — 2017. Т. 13, вып. 1. С. 13–24.

УДК 658.7

## К ВОПРОСУ О ПРОЕКТИРОВАНИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОСЕРВИСА

И.В. Гарифуллина<sup>1</sup>, И.Г. Картушина<sup>2</sup>, Н.П. Малиновская<sup>3</sup>

*Балтийский федеральный университет имени И. Канта, (БФУ им. Канта), 236041, г. Калининград, ул. А. Невского, 14.*

В статье раскрываются принципы организации работы предприятия автосервиса, называются требования и условия проектирования подобных предприятий. На базе указанных условий делаются предложения по организации материально-технического обеспечения работы предприятия автосервиса.

*Ключевые слова:* предприятие автосервиса, проектирование, услуги, товар, логистика, материально-техническое обеспечение, оптимизация, склад общего пользования.

## ON THE ISSUE OF DESIGNING AND ORGANIZING THE ACTIVITIES OF CAR SERVICE COMPANIES

I.V. Garifullina, I.G. Kartushina, N.P. Malinovskay

*The Immanuel Kant Baltic federal university, 236041, Kaliningrad, St. A. Nevsky, 14.*

The article describes the principles of organizing a work of a car service enterprise, describes the requirements and design conditions for such enterprises. Based on these conditions, proposals on the organization of inventory and logistics management for the work of a car service enterprise are made.

*Keywords:* car service enterprise, design, services, goods, logistics, inventory and logistics management, optimization, public warehouse.

Постоянное развитие автомобильного транспорта, расширение парка используемых автомобилей предъявляет все новые и новые требования к транспортной инфраструктуре. Ее расширение и совершенствование является необходимым условием эффективного функционирования всего автотранспортного комплекса. Если учесть, что ежегодный прирост грузооборота на автотранспорте в Калининградской области составляет не менее 20% [1], то роль транспортной инфраструктуры в обеспечении экономического роста становится особенно

очевидной. Предприятия автосервиса являются важнейшим элементом (подсистемой) автотранспортной системы, обеспечивающим эффективное использование и функционирование автомобилей.

Система автосервиса включает в себя ряд структурных элементов, обеспечивающих ее функционирование как целостного комплекса, не только обеспечивающего эффективную эксплуатацию автомобилей, но и удовлетворяющего спрос на услуги во всем его разнообразии.

<sup>1</sup>Гарифуллина Инга Валентиновна – кандидат педагогических наук, доцент, тел.: +7 (4012) 595 585; e-mail: garifullina.inga@yandex.ru;

<sup>2</sup>Картушина Ирина Геннадьевна – кандидат педагогических наук, доцент; e-mail: IKartushina@kantiana.ru;

<sup>3</sup>Малиновская Нина Петровна – старший преподаватель, e-mail: NMalinovskay@kantiana.ru..

От баланса и гармоничного взаимодействия этих элементов зависит успешность деятельности автосервиса и как производственной, и как социальной системы. К числу таких структурных элементов можно отнести:

- предприятия, занимающиеся продажей автомобилей и запасных частей;
- предприятия, осуществляющие поддержание работоспособности и восстановление автомобиля;
- предприятия, обеспечивающие использование и обслуживание автомобиля, а также его техническую эксплуатацию.

В соответствии с перечисленными структурными элементами системы автосервиса, качество и эффективность их работы оцениваются по следующим основным параметрам:

- конкурентоспособность автопроизводителей в соответствии с ремонтпригодностью автомобилей и характеристиками их эксплуатации;
- эффективность использования транспорта автовладельцами;
- уровень общего развития автотранспортной инфраструктуры общества;
- обеспечение безопасности транспорта и устранение вредных последствий его эксплуатации.

Можно сказать, что рынок технического обслуживания автомобилей, например в Калининградской области структурирован и имеет три уровня (рисунок 1): авторизованные (дилерские) центры, независимые центры (одиночные и сетевые), индивидуальные мастерские.

Проведя анализ называемых разными исследователями организационных и специализирующих предприятий в сфере автосервиса можно составить еще более детальную классификацию предприятий автосервиса (рисунок 2).

В целом, подсистема автосервиса объединяет предприятия, которые обеспечивают эксплуатацию, использование, ремонт и поддержание работоспособности автомобиля в течение всего срока его работы. Система автосервиса, в определенной части своей деятельности, вступает в противоречие с интересами автопроизводителей. Систематическое восстановление эксплуатационных качеств автомобиля и продление срока его службы снижает спрос на новую продукцию и тормозит обновление модельного ряда автопроизводителей. Для того, чтобы нивелировать возникающий дисбаланс автопроизводители создают комплекс собственных фирменных сервисных центров, организация и принципы работы которых несколько отличаются от работы сервисных цен-

тров, являющихся самостоятельными предприятиями. Статистика обращения автовладельцев новых автомобилей в сервисные центры официальных дилеров и независимых СТО показана на рис. 3 [10]. Из проведенного исследования аналитического агентства «АВТОСТАТ» выяснилось, что 77% владельцев новых машин в гарантийный период предпочитают обслуживать их у официальных дилеров. И лишь только каждый десятый в этом случае обращается на независимую СТО. После того, как гарантия на автомобиль закончилась, предпочтения автовладельцев в обслуживании кардинально меняются [10].



Рисунок 1 – Рынок технического обслуживания автомобилей

Но, несмотря на отдельные различия в подходах к организации работы, деятельность предприятий автосервиса в подавляющей части направлена на удовлетворение потребностей клиента.

Среди владельцев автомобилей сложилось мнение, что самые дорогие – авторизованные автосервисы официальных дилеров.

Еще одно интересное исследование провело аналитическое агентство «АВТОСТАТ» совместно с проектом «Авто Mail.Ru». Было исследовано предпочтения владельцев автомобилей при обслуживании автомобиля и покупке запчастей в сервисных центрах Официальных дилеров и на Независимых СТО. Онлайн-опрос проводился в период с 19 по 24 июля 2017 года. В нем приняло участие 8820 посетителей сайта auto.mail.ru. Из них: 88,6% - это владельцы иномарок, 11,4% - обладатели отечественных автомобилей. По результатам опроса были определены опасения автовладельцев при обращении на сервис (рис. 4) [10].

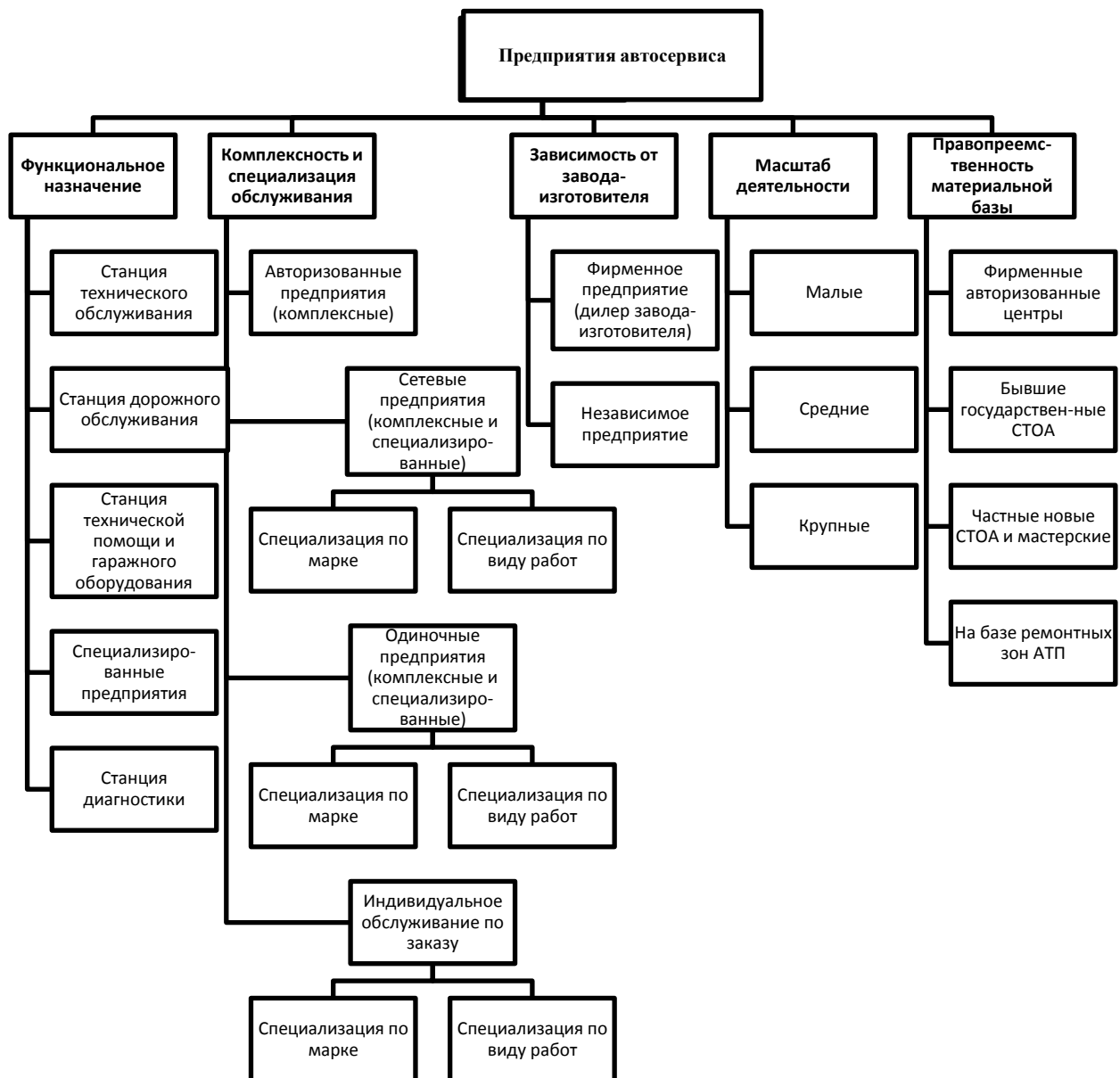


Рисунок 2 – Классификация предприятий в сфере автосервиса

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИЛЕР		НЕЗАВИСИМАЯ СТО
доля автовладельцев		доля автовладельцев
77% ←	Обслуживание по гарантии	→ 16%
23% ←	Обслуживание после гарантии	→ 24%
<b>ПРЕДПОЧТЕНИЯ ПО МЕСТУ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОСТГАРАНТИЙНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ</b>		
45% ←	Ремонт коробки передач	→ 41%
43% ←	Ремонт двигателя	→ 39%
22% ←	Ремонт ходовой части автомобиля	→ 48%
22% ←	Развал-схождение	→ 67%
19% ←	Плановое техобслуживание	→ 49%
19% ←	Ремонт/заправка автокондиционера	→ 62%
16% ←	Кузовной ремонт	→ 51%

\* остальные автовладельцы обслуживают автомобиль самостоятельно или у частного механика

Рисунок 3 – Статистика обращений в официальные дилерские центры и в независимые СТО владельцев новых машин [10]

Из рисунка видно, что процент обращений по официальному дилерскому центру выше, чем по независимой СТО (80% против 66%). В ходе опроса был установлен перечень



опасений, которые возникают у автовладельцев при обращении в сервисные центры (независимо дилерский это центр или независимая СТО):

На первом месте у автовладельцев опасение – навязывание ненужных работ. Причем процент у дилерских автосервисов на 18,8 % выше, чем у независимых СТО.

Второе место занимает опасение, что владельцы авто обслуживаются недостаточно компе-

тентные работники сервиса, хотя дилеры «выигрывают» по данному показателю, на независимых СТО этот показатель больше (36,6% и 39,7% соответственно).

Третьей причиной недоверия сервисам является возможная переплата за услуги, когда фактический счет оказывается больше изначально озвученного.



Рисунок 4 – Опасения владельцев при обращении в сервисные центры [10]

Также автовладельцев тревожит: использование сотрудниками сервиса некачественных деталей и расходных материалов, подмена качественных деталей автомобиля на некачественные, вероятность повреждения автомобиля и его отсутствие на длительный срок ремонта.

Категорически утверждать это все сложно. Конечно, наличие нового специализированного оборудования автосервиса, своевременное обучение персонала, использование «ноу-хау», гарантированное качество запасных частей требует соответственно вложения денег, но и с другой стороны это тоже влияет положительно и на результат обслуживания клиентов сервиса, на удовлетворенность от предоставления качественных услуг.

Естественным показателем эффективности работы автосервиса является получение дохода. Необходимо понимать, что предприятие автосервиса удовлетворяет не потребности, а спрос, и только в силу того это спрос на услуги, предприятием сервиса удовлетворяются социальные потребности населения. Можно сказать, что предприятия сферы услуг, и автосервисные предприятия в том числе, являются коммерческими предприятиями по удовлетворению социальных потребностей.

Таким образом, эффективность работы предприятия автосервиса, как элемента автотранспортной инфраструктуры и социально значимого объекта, будет зависеть от его экономической эффективности. При том, что с 2013 года рост коммерческого грузооборота составил 108,3%, а пассажирооборота – 113,5%, [2] экономические перспективы предприятий автосервиса выглядят совсем неплохо. Данное обстоятельство предполагает определенные требования к проектированию сервисных предприятий транспорта.

Долгая и успешная жизнь автосервиса как бизнеса связана, во-первых, с удачным выбором стартовых позиций, и, во-вторых, с адекватной реакцией на реалии местного предпринимательства - местных «бизнес-дорог», по которым начинающему автосервису на первых порах приходится быстро двигаться, чтобы в пределах стартового бюджета успеть выйти на уровень положительной рентабельности [9].

Исходя из изложенного, можно сформулировать следующие практические рекомендации по организации деятельности автосервиса как существующего, так и вновь создаваемого (организация работы нового автосервисного предприятия) (рисунок 5.):



Рисунок 5 – Практические рекомендации по организации деятельности автосервиса

Проектирование автосервисных предприятий необходимо начинать с тщательного расчета рентабельности будущего бизнеса и составления подробного бизнес-плана. Исходя из расчетных экономических показателей, определяется специализация предприятия, необходимое оборудование и техническое оснащение, штат сотрудников, а также требования к помещению и расположению самого предприятия. В настоящее время существует большое количество готовых проектов автосервисных предприятий, разработанных с учетом СНИПов и требований контролирующих организаций к подобным предприятиям. Но в каждом отдельном случае существует своя специфика деятельности предприятия, определяющая его экономическую эффективность.

Так, например, экономическая специфика предприятия, его специализация напрямую влияют на выбор месторасположения автосервиса. Если предприятие специализируется на техническом обслуживании (замене масла, тормозных колодок, лампочек, свечей зажигания и т.п., что происходит довольно часто), она должна располагаться рядом с потенциальными клиентами, скажем, в районе АЗС или торговых центров. Если специализацией является ремонт (замена колец, шиномонтаж, регулировка и замена узлов, что происходит не так часто), предприятие может располагаться не так близко к потребителю. Если же специализацией является покраска, кузовной ремонт или комплексное восстановление автомобиля, что делается достаточно редко, то ее расположение не

будет иметь принципиального значения для клиента, но будет больше зависеть от наличия специализированной инфраструктуры и должно привязываться к промышленным зонам.

В целом, земельный участок для расположения предприятия автосервиса должен соответствовать следующим основным требованиям. Он должен находиться в зоне свободного доступа и видимости, с удобными подъездными путями. Отдаленность от других окружающих объектов должна составлять не менее 50-100 метров. Желательно, чтобы месторасположения было максимально приближено к оживленным транспортным потокам. Необходимо учитывать удобство подключения к инженерным сетям, а также возможность возведения капитальных строений.

От экономически рассчитанной и обоснованной специализации предприятия автосервиса зависит проектирование технологических процессов и выбор необходимого оборудования. При этом следует учесть, что наибольшую эффективность дает комплексное использование оборудования. Поэтому, при планировании и организации технологического процесса следует предусмотреть создание производственных линий и комплексов, что позволит не только использовать оборудование с большей отдачей, но и увеличить пропускную способность предприятия и улучшить качество выполняемых работ.

Хотелось бы отметить, что оборудование для автосервиса на сегодняшнем рынке представлено довольно широко. Компрессоры, сварочные агрегаты, моечное, покрасочное,

шиномонтажное оборудование, подъемники – все что угодно можно купить для прибыльного занятия бизнесом. Автосервис может иметь какую-то одну направленность, под которую и подбирается оборудование для работы. Правильно подобрать инструментарий – значит, обеспечить себе половину успеха.

Оборудование для автосервиса различается параметрами. Цена и качество его во многом зависят от производителя. Помимо различия по взаимосвязанным параметрам (марке производителя, качеству и цене), важно помнить, что оборудование для автосервиса должно соответствовать определенным моральным и экономическим критериям. То есть оно должно сочетать в себе возможность предоставления высококачественных услуг при умеренной цене и длительном сроке службы. Последние два критерия напрямую определяют рентабельность автосервиса, следовательно, и прибыльность бизнеса.

Габаритные размеры оборудования играют в размещении участков не последнюю роль, но в основном выбор оборудования определяется видами выполняемых сервисом работ, с учетом проходимости и бюджетом, который на это оборудование отведен. Существует около ста видов услуг, оказываемых автосервисами (рисунок 6), однако в основном принято рассчитывать на такие услуги, как *например*:

- ремонт двигателя;
- ремонт подвески;
- замена узлов и агрегатов тормозной, рулевой и прочих систем, важных деталей автомобиля;
- сварочные работы;
- рихтовка, восстановление геометрии кузова автомобиля;
- покраска автомобиля;
- полировка от царапин и прочих дефектов защитной и восстанавливающей полировкой;
- шиномонтаж.

Характер технологических процессов на предприятии диктует необходимость наличия тех или иных инженерных сетей и определенных параметров их работы, например, возможности подключения к электросетям с напряжением 380 вольт, наличие локальных очистных сооружений и канализационных стоков заданной пропускной способности (для автомоек). Соблюдение норм противопожарной и экологической безопасности диктует необходимость обязательного согласования проектов в органах МЧС и Роспотребнадзора. Все эти обстоятельства необходимо учитывать при проектировании предприятия автосервиса.

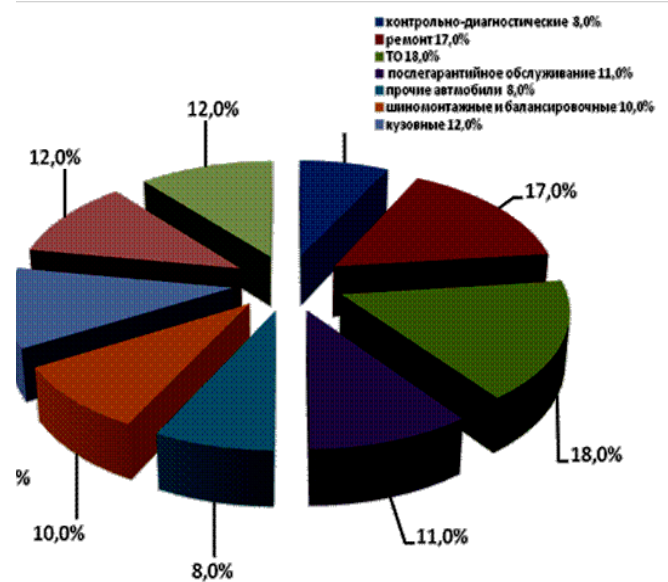


Рисунок 6 – Примерная доля отдельных услуг в обороте автосервиса

Как и в любом предприятии сферы обслуживания, огромную роль в работе автосервисных предприятий играет квалификация сотрудников. Можно сказать, что именно эксклюзивная квалификация того или иного сотрудника может решающим образом сказаться на эффективности всего предприятия. Поэтому, на предприятии должны быть предусмотрены условия для систематического повышения квалификации кадров, их переобучения. Исходя из этого, должен строиться рабочий график и предусматриваться возможность взаимозаменяемости специалистов. Кроме того, на предприятии должны быть предусмотрены необходимые бытовые условия для сотрудников, что тоже должно быть учтено при проектировании.

Важнейшим фактором эффективности работы любого предприятия сервиса является оперативное и бесперебойное обслуживание клиентов. Предприятия автосервиса здесь не являются исключением. Поэтому, при проектировании нужно учитывать необходимость материально-технического обеспечения предприятия и, в особенности, его характер. Особенности материального обслуживания предприятия автосервиса зависят не только от его производственной специализации, но и от целого ряда сопутствующих факторов.

На предприятии автосервиса возникает определенный конфликт интересов различных подразделений, касающийся, в том числе и управления запасами. Так, производственные специалисты стремятся выпускать больше продукции при наименьших затратах. Поэтому они заинтересованы в ремонте автомобилей с возможно большим объемом работ, так как такой

ремонт снижает общие производственные затраты. Автомобили с разным объемом работ для их ремонта требуют создания больших объемов запасов материалов и запасных частей.

В свою очередь, работники, принимающие заказы, заинтересованы в большем их количестве. Поэтому, принимают заказы на любой, даже самый незначительный ремонт, что дополнительно загружает рабочие места мелким ремонтом. Таким образом, между столбом заказов и производством возникает конфликт по поводу номенклатуры услуг, что непосредственно сказывается на системе материально-технического обеспечения.

Планово-финансовые структуры стремятся минимизировать объем оборотных средств предприятия для повышения его эффективности. Они пытаются свести к минимуму количество и номенклатуру хранимых запчастей, материалов и иных запасов, а также незавершенное производство. Они заинтересованы в уменьшении хранимых запасов до минимума, но это может приводить к увеличению сроков ремонта и необоснованным отказам клиентам по причине отсутствия запчастей или материалов.

Заинтересованность различных структурных подразделений предприятия автосервиса в противоположных подходах к системе материально-технического обеспечения в каждом конкретном случае объективно оправдана. Поэтому оптимальное решение проблемы материально-технического обеспечения предприятия лежит в плоскости совершенствования внутренней производственной логистики.

Одним из вариантов оптимизации управления запасами может быть использование комбинированной системы хранения. В этом случае часть запчастей и материалов хранится на централизованном складе, откуда они поступают по заказу. Это приемлемо для выполнения заказов, требующих большого объема работ и длительных сроков исполнения. В то же время, материалы, необходимые для выполнения срочных и небольших заказов могут храниться на складе предприятия. Правильный расчет оборота таких материалов позволит существенно снизить объемы хранения.

Другим вариантом сокращения расходов на хранение при сохранении высоких темпов выполнения заказов может быть использование ресурсов смежных предприятий. Например, предприятий авторазборки. В этом случае большую роль будет играть организация оперативного информационного обмена между предприятиями и своевременность доставки необходимых запчастей на производство.

Производители автомобилей в настоящее время опираются на так называемое правило «трех S»: продажи - сервис – запчасти (рисунок 6.). Поэтому они более всего заинтересованы в поддержке предприятий, соблюдающих это правило, т.е. имеющих, помимо автосервиса, отделы по продаже автомобилей и запчастей к ним. Подобная политика основывается на стремлении к ценовому регулированию и желании взять под контроль процесс ремонта автомобиля.



Рисунок 7 – Правило «трех S»

Принимая во внимание изложенное, в целях оптимизации деятельности автосервисных предприятий целесообразно рекомендовать поддерживать и развивать связи с поставщиками, иными организациями данной сферы, клиентами, сотрудничество с иными хозяйствующими субъектами (хозяйственные договоры, взаимодействие с поставщиками, аутсорсинг и прочее).

Так, один из основных вопросов, которые решает владелец и автосервиса, и автомагазина, - приобретение запчастей, а значит, налаживание связей с поставщиками. Каталоги автозапчастей можно найти, например, в Интернете на сайтах производителей и дилеров.

При проектировании автосервиса нельзя обходить стороной такой вопрос, как наличие базы клиентов. Без клиентов, даже супер современный автосервис, оборудованный по последнему слову техники, имеющий высококвалифицированный персонал не сможет функционировать должным образом.

В результате исследований, было определено, большая база постоянных клиентов – это основа любого бизнеса. Непрерывный поток клиентов означает высокий спрос, а именно от спроса на товар или услугу будет зависеть общая рентабельность бизнеса.

Статистика показала, что:

- Удержание существующего клиента обычно обходится предприятию – в том числе и автосервису – в среднем в пять раз дешевле, чем привлечение нового.

- При повторном обращении на сервис клиенты обычно заказывают больший объем работ, чем при первом.

- Довольный клиент поделится своим опытом приблизительно с пятью знакомыми, недовольный – минимум с десятью.

- 80% всех заказов, как правило, приходится на долю 20ти % от общего числа всех клиентов.

- Около половины всех клиентов компании не приносят ей прибыли потому, что взаимодействие с ними построено неэффективно.

С каждым днем растет количество автомобилей. Соответственно, растет и количество организаций, занимающихся услугами для автовладельцев, будь то СТО, автомойки или центры замены масла. Это вызывает конкуренцию и борьбу за клиента. Для того, чтобы привлечь побольше клиентов владельцы автобизнеса объявляют о новых акциях и делают скидки на те или иные услуги. Но бывает так, что акция началась и закончилась, а о ней так никто и не узнал, а скидки на услуги не вызывают должного отклика. Поэтому многие автосервисы вводят программы лояльности, которые позволяют повысить клиентоориентированность автосервиса.

Программы лояльности могут включать:

1. Внедрение бонусных карт

2. Внедрение мобильного приложения для автосервиса.

Внедрение программы лояльности с использованием пластиковых карт трудно выполнимо и малоэффективно. Клиенту сложно будет отслеживать количество накопленных баллов, и еще сложнее понимать, на что он сможет их потратить. Намного эффективнее будет использовать мобильное приложение для автосервиса.

Таким образом, мобильное приложение для автосервиса – это удобный гаджет для всех пользователей. С момента его запуска имидж центра сразу возрастет и привлечет еще больше клиентов. Стабильная работа и четкий график будут способствовать превосходной репутации среди многочисленных водителей транспортных средств.

Таким образом, проектирование предприятия автосервиса должно основываться на обеспечении его экономической эффективности, а выбор готового проекта необходимо

осуществлять с учетом индивидуальных особенностей каждого конкретного предприятия и вносить необходимые коррективы по мере реализации проекта. В частности, при расчете экономической модели должны быть учтены особенности материально-технического обеспечения производства, что так же сказывается на проектировании предприятия.

### *Литература*

1. Государственная программа Калининградской области «Развитие транспортной системы»//<http://docs.cntd.ru/document/460288903> (дата обращения: 29.09.2019)

2. «Транспортный комплекс на рынке услуг»// [transportrussia.ru](http://transportrussia.ru) <http://transportrussia.ru/finansy.-investitsii.-nalogi/transportnyu-kompleks-na-rynke-uslug.html> (дата обращения: 29.09.2019)

3. Тахтамышев, Х.М. Основы технологического расчета автотранспортных предприятий: учебное пособие для студентов вузов / Х.М. Тахтамышев. - 2-е изд., перера. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 352 с.

4. Тищенко, Н.Т. Технологические процессы технического обслуживания, ремонта и диагностики автомобилей: учеб. пособие / Тищенко Н.Т., Власов Ю.А., Тищенко Е.О. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2010. – 159 с.

5. Тохиров, Т.И. Организация станций технического обслуживания автомобилей // Социально-экономические явления и процессы №9(055), 2013 с.110-112

6. Бычков, В. П. Экономика предприятия и основы предпринимательства в сфере автосервисных услуг: учебник для студентов вузов / В. П. Бычков. - М.: ИНФРА-М, 2015. - 394 с.

7. Головин, С. Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования: учебное пособие для студентов вузов / С. Ф. Головин. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2014. - 288 с.

8. "Положение о гарантийном обслуживании легковых автомобилей и мототехники. РД 37.009.025-92" (утв. Приказом Департамента автомобильной промышленности Минпрома РФ от 01.11.1992 N 43) <https://legalacts.ru/doc/polozhenie-o-garantiinom-obsluzhivanii-legkovykh-avtomobilei-i/#100128> (дата обращения: 01.10.2019)

9. Бычков В.П. Предпринимательская деятельность на автомобильном транспорте. – СПб.: Питер, 2004. – 448 с.

10. <https://www.autostat.ru/infographics/> (дата обращения: 05.01.2020)

## ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ ПТИЦЕФАБРИКИ

Р.В. Смирнов<sup>1</sup>, А.Г. Бездудная<sup>2</sup>, М.Г. Трейман<sup>3</sup>

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21*

В статье представлены основные особенности технологического процесса переработки отходов, образующихся от производственной деятельности птицефабрики. Отходы птицефабрики экологически опасны и поэтому технология переработки имеет экологический, экономический и социальный эффекты. В исследовании приведен анализ рынка – взяты показатели деятельности крупнейших птицефабрик России и Северо-Западного региона, приведены преимущества использования экологичных технологий, позволяющих преобразовать отходы во вторичные материальные ресурсы и впоследствии получать продукцию с полезными свойствами. В работе раскрыт управленческий механизм технологии – направленный на снижение затрат от размещения и вывоза отходов и ориентированный на получение дополнительной прибыли от вторичных материальных ресурсов. Данные подходы позволяют поднять ценность вторичного сырья, улучшить производственную деятельность, сформировать в России инновационный сельскохозяйственный сектор.

*Ключевые слова.* Инновационные технологии, птицефабрика, экономическая эффективность, биоуголь, управление процессами.

### INNOVATIVE RECYCLING ACTIVITIES INDUSTRIAL WASTE ON THE EXAMPLE OF A POULTRY FARM

R.V. Smirnov, A.G. Bezdudnaya, M.G. Treyman

*St. Petersburg State Economic University (SPbGUEU), 191023, St. Petersburg, Sadovaya str., 21*

The study presents the main features of the technological process of processing waste generated as a result of production activities of the poultry farm. Poultry waste is environmentally hazardous and therefore the technology of processing has environmental, economic and social consequences. The study analyzes the market-the performance indicators of the largest poultry farms in Russia and the North-West region are taken, the advantages of using environmentally friendly technologies that allow to transfer waste into secondary material resources and subsequently obtain products with useful properties are given. The article reveals the mechanism of technology management-aimed at reducing the costs of waste disposal and disposal and focused on obtaining additional profit from secondary material resources. These approaches make it possible to increase the cost of secondary raw materials, improve production activities, and form an innovative agricultural sector in Russia.

*Keywords:* Innovative technologies, poultry farm, economic efficiency, bio-coal, process management.

#### Введение

В настоящее время отрасль переработки отходов являются актуальным и значимым направлением для развития природоохранных технологий в России. Санкт-Петербург – значимый промышленный центр, поэтому проблема отходов и их переработки стоит достаточно остро для региона в целом. Птицефабрики считаются, безусловно, экологически опасным производством, особенно в части образования отходов [1, 9]. Для улучшения ситуации по региону необходимо совершенствовать и развивать эту

деятельность. Таким образом, современное производство должно быть экологически чистым, экономически эффективным, максимально производительным. Специфичность деятельности птицефабрики известна – в ее основе лежит особый технологический процесс, сопряженный с образованием значительных количеств отходов от производственной деятельности, которые в не переработанном виде являются экологически опасными и влияют на региональное состояние окружающей среды [7, 8].

<sup>1</sup>Бездудная Анна Герольдовна – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой менеджмента и инноваций, тел.: +7 911 292-53-98. e-mail: annaspbru@yandex.ru;

<sup>2</sup>Смирнов Роман Валентинович – доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры менеджмента и инноваций, тел. +7 921 331 08 84, e-mail: smirnov5952@gmail.com;

<sup>3</sup>Трейман Марина Геннадьевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и инноваций. тел. +7 911 219 69 95, e-mail: britva-69@yandex.ru.

Таблица 1 – Сравнение производственно-хозяйственной деятельности крупных птицефабрик Российской Федерации [2, 3,4]

№ п/п	Наименование	Территориальное расположение	Выпускаемая продукция	Средняя производительность
1	Птицефабрика «Роскар»	Ленинградская область село Первомайское	Яйца, мясо куриное, полуфабрикаты	1 млрд шт / год, 20 тонн мяса птицы
2	Птицефабрика "Северная"	Ленинградская область, поселок Синявино -1	Мясо бройлерных цыплят	250 тонн мяса птицы в год
3	Птицефабрика "Синявинское"	Ленинградская область поселок Приладожский	Яйца, мясо птицы, готовые корма	1,3 млрд. штук / год
4	Птицефабрика "Ударник"	Ленинградская область, Гатичинский район	Яйца, выращивание цыплят-бройлеров	99 млн. шт.
5	Челябинская птицефабрика	Челябинская область, г. Копейск	Яйцо куриное, мясная продукция	210 тонн мяса
6	Межениновская птицефабрика	Томская область, поселок Светлый	Мясо куриное, субпродукты, колбасные изделия	1000 тонн колбасно-деликатесной продукции
7	Птицефабрика "Рефтинская"	Свердловская область поселок Рефтенский	Сырая и готовая продукция из мяса птицы	65,1 млн. тонн
8	Ярославская птицефабрика	Ярославская область, поселок Октябрьский	Мясо куриное, копчености	530 тонн мяса птицы в год
9	Птицефабрика Ориенбургская	Ориенбургская область, поселок Юный	Яйца куриные, копчености, мясо птицы	220 млн. шт.
10	Петелинская птицефабрика	Московская область, поселок Петелинка	Бройлеры, охлажденное мясо птицы	615 тонн мяса птицы в год
11	Птицефабрика "Пышминская"	Тюменская область, село Онохино	Мясо и яйца куриные	305 млн шт. в год
12	Птицефабрика Свердловская	Свердловская область, город Екактербург	Куриное яйцо и мясо	80 тыс. тонн мяса в год
13	Курская птицефабрика	Курская область город Ворошнево	Субпродукты, мясо куриное, яйца	27,3 млн штук в год; 106,1 тонн мяса птицы в год
14	Птицефабрика Ново-петровское	Московское область, село Новопетровское	Мясо куриное	82 тонн мяса птицы в год

Отрасль птицеводства на сегодняшний день – это совокупность отдельных производственных комплексов, которые осуществляют выпуск различной продукции этой сферы: куриное мясо, яйца, цыплята-бройлеры, копчености из мяса птицы и колбасные изделия, другие полуфабрикаты.

Отметим, что в ближайшее время по большинству из приведенных в табл. 1 фабрик произойдет существенный рост объемов производства по отрасли связан с повышением спроса на продукцию, ростом производственных мощностей, прогнозируемые темпы роста продукции возрастут в 1,5 – 2 %. Например, рассмотрим один из основных видов продукции птицефабрики – «производство яиц» на рисунке 1.

АО «Птицефабрика Роскар» является одним из лидеров сельскохозяйственной отрасли в региональном масштабе, также крупными птицефабриками можно считать: птицефабрику "Северная", птицефабрику "Синявинское".

В связи с этим и возрастёт число образующихся отходов, что может привести к нега-

тивным экологическим последствиям и значительным затратам предприятий на утилизацию отходов данного типа.

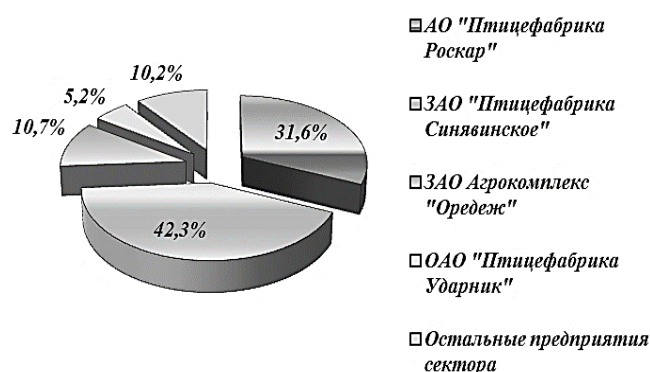


Рисунок 1 – Структура отрасли «производство яиц» в Ленинградской области

Существенной проблемой отрасли является образование значительных количеств отходов, основными из которых являются пух, перья и помет. Уже сейчас организация работы с отходами сельскохозяйственной деятельности – существенная проблема регионов. Описание

отхода «куриный помет» согласно с ФККО, представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Описание отхода типа «куриный помет» [5, 6]

Наименование	Класс токсичности, согласно ФККО	Уточнение согласно ФЗ №7 "Об охране окружающей среды"	Среднее количество образующихся отходов данного типа на предприятии АО «Птицефабрика Роскар», тонн в квартал
131 001 01 03 01 3. «Помет куриный свежий»	3	При получении предприятием лицензии на использование и разработки природоохранной технологии по его применению, птичий помет не будет считаться отходом, а будет отнесен к побочным продуктам и использован в производственной деятельности.	43 510,15

Таким образом, изменения, внесенные в технологию, позволят упростить операции по обращению с отходами и избавиться от понятия "отхода производства", а перейти к понятию «вторичный материальный ресурс». Предприя-

тием АО «Птицефабрика Роскар» получена лицензия № 78-8226-ТУР от 28.08.2019.

Проведем сравнительный анализ покомпонентного состава до и после применения экологичной технологии (рис.2 и рис.3).

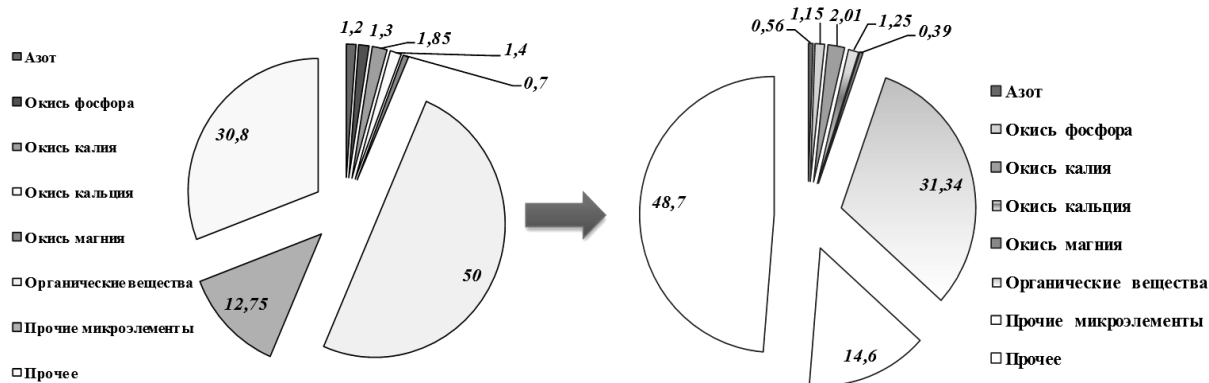


Рисунок 2 – Изменение покомпонентного состава отхода «куриный помет» на предприятии АО «Птицефабрика Роскар»

Таким образом, видно снижение количества органических веществ и ряда полезных элементов, но в данном случае обработка отходов необходима, так как в составе «птичьего помета» могут содержаться болезнетворные бактерии, необработанный куриный помет содержит большое количество яиц гельминтов, личинок насекомых, семян сорных растений. Рассмотрим состав полезных микроэлементов, содержащихся до и после обработки в результате использования эко-технологии.

Состав микроэлементов практически не изменяется в результате сжигания, то есть основные полезные микроэлементы сохраняются. Ценовой диапазон для продажи удобрения будет приблизительно варьироваться от 12 тыс. руб. за тонну до 13,5 тыс. руб. за тонну, такая цена является средней по рынку. Спрос по товарам данного направления на сегодняшний

день является нестабильным, в связи с высокой обновляемостью рынка и появлением множества новых конкурентоспособных предприятий. Стратегическим преимуществом вывода продукции предприятия на рынок можно считать качество и безопасность, предлагаемого минерального удобрения, а также его способность улучшать различные типы почв за счет внесения полезных микроэлементов и органической составляющей, то есть существенно улучшать основное свойство почвы – плодородие.

Инновационный проект коллектива авторов направлен на реализацию эко-технологии по переработке отходов, которые образуются от деятельности птицефабрик, то есть представленная технология позволит переходить от термина «отходы» на понятие «вторичные материальные ресурсы». В данном случае внедрение данного типа технологии позволило улуч-



шить экологическую обстановку, максимально снизить массы по цепочке «отходы» – «вторичные материальные ресурсы», эффективнее управлять процессами самого производства. В результате переработки результатом является получение тепловой и электрической энергии, а также инновационного продукта – биоугля, планируемого к использованию как ценного

минерального удобрения. Проведение биохимического анализа дало следующие результаты: биологические сообщества, выращиваемые на биоугле облегчают и ускоряют круговорот питательных веществ и распад веществ, улучшают биохимические свойства почв.

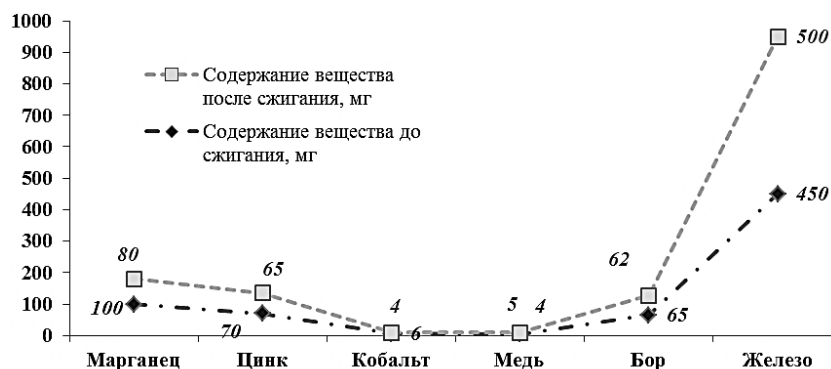


Рисунок 3 – Изменение содержания микроэлементов до и после сжигания, мг



Рисунок 4 – Схема бизнес-процессов по эко-технологии переработки отходов птицефабрики

На схеме (рис.4) приведено краткое описание последовательности переработки помета: изначально осуществляется сбор отходов, затем с помощью специализированного транспорта отходы доставляют на завод по переработке помета, на заводе основным процессом является процесс сжигания в результате которого образуется тепловая энергия и минеральное удобрение, которое планируется продавать как оптом для сельскохозяйственных предприятий, так и в розничной торговле.

Схема завода по переработке отходов приведена на рисунке 5. С 2019 года завод введен в эксплуатацию, применение эко-технологии позволит вывести экологические стандарты предприятия на новый уровень и изменит сложившуюся практику «экология – это затраты» так, как данное производство будет экономически прибыльно, производя энергию и биоуголь.

Производительность завода – 240 тонн в сутки. Завод по переработке помета оснащен самым современным и технологичным оборудова-

нием, использование которого позволит достичь максимальной эффективности при утилизации куриного помета.

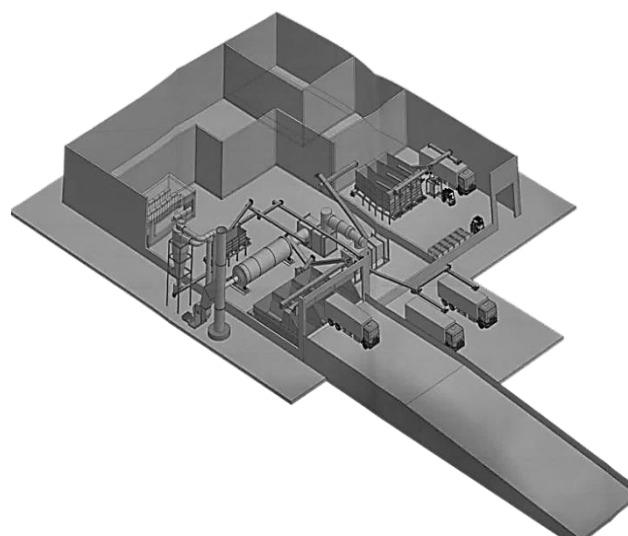


Рисунок 5 – Схема завода по переработке помета

### **Описание технологического процесса**

Сырье на входе (количество: 240 000 кг/сут.) состоит из 24 000 кг помета бройлера и 216 000 кг яичного навоза. Автомобильными самосвалами (30 – 36 м<sup>3</sup>) помет доставляется до цеха и разгружается в любой из трех бункеров для хранения, откуда разгружающие конвейеры выгружают помет в смеситель. Разгрузочный конвейер представляет собой особую конструкцию, которая, помимо возможностей транспортировки, также обладает возможностью смешивания. В этом смесителе сырой навоз можно смешивать с предварительно высушенным навозом, чтобы получить хорошее смешанное сырье с требуемым содержанием влаги. Из смесительной камеры материал переносится в барабанную сушилку. В сушилке горячий воздух используется для сушки материала до требуемого содержания влаги. Материал подхватывается потоком горячего воздуха и транспортируется через сушилку. Во время этого периода переноса сушилка вращается, что заставляет материал падать в потоке нагретого воздуха. Комбинацию воздуха и сухого навоза отправляют на циклон, где воздушный поток отделяют от высушенного навоза. Насыщенный воздух поступает в атмосферу через дымовую трубу или возвращается в процесс, если это необходимо. Высушенный навоз переносится в контрольный бункер подачи газа. Из этого бункера навоз переносится либо в раму, либо через грузовик с помощью грузового конвейера, в газификатор в качестве топлива или в направлении разгрузочного конвейера для сыпучего материала или смесительного бункера для обратного смешивания, как описано выше.

В секцию газификации со статичным полом сырье подается контролируемым потоком из бункера для сырья в кабину подачи газификатора и конвейером передается в реакторную, где газификация происходит в среде с недостатком кислорода.

Благодаря контролируемым движениям нижних устройств и вращающимся трубам в среднем за два часа помет становится сингазом и биоуглем. Время обработки и температура гарантирует отсутствие бактерий, патогенных микроорганизмов.

Сингаз, в основном СО, при 720 – 850 °С, отправляется на технологическую обработку. Контролируемые впрыски воздуха окисляются и устраняют все летучие компоненты и смолы. Окисление создает поток горячего воздуха при 850 – 1045 °С, содержащего тепловую энергию. Биоуголь собирают на выходе газификатора с помощью разгрузочного конвейера и передается конвейером с охлаждающим

устройством распыления влаги до упаковки в мешки.

В год планируется перерабатывать 75 000 тонн куриного помета, в результате будет получено 4500 тонн кальциево-фосфорного удобрения. Продукт будет востребован на рынке в связи с его экологичностью, ценностью и полезностью для развития почвенного покрова.

### **Обоснование возможности реализации инновационного проекта на предприятиях Санкт-Петербурга**

Научные результаты в полной мере готовы к реализации и в настоящее время внедрены на предприятии АО «Птицефабрика Роскар». В 2019 году предприятия АО «Птицефабрика Роскар» получила лицензию на осуществление деятельности по сбору, транспортировке, обработке и утилизации, обезвреживанию и размещению отходов 1-4 класса опасности, куда входит отход «куриный помет» (лицензия №78-8226-ТУР от 28.08.2019). В последствии, в зависимости от объемов образования, возможна производственная кооперация – прием на переработку отходов от близлежащих птицефабрик. Результаты исследований и разработок были апробированы в производственной деятельности предприятия АО «Птицефабрика Роскар», что отражено в акте о внедрении – были проведены исследования и апробация на пилотной установке, экспериментальное исследование дало положительные результаты, после чего последовало полномасштабное строительство завода по переработке помета, который в настоящее время является конечным этапом технологической цепочки. По результатам деятельности завод практически полностью автоматизирован и цифровизирован и для управления и эксплуатации оборудования необходимо всего 6 высокотехнологичных рабочих мест. Таким образом, данная технология может считаться высокотехнологичной и позволит улучшить экологическую обстановку в регионе.

Механизм реализации проекта сводится к следующему:

1. Разработка эко-технологичной установки, отражающей действие технологии и апробирование ее в реальных условиях на примере АО «Птицефабрика Роскар».

2. Строительство завода по сжиганию осадка по разработанной технологии с учетом логистических, технологических и инновационных особенностей деятельности, установкой систем автоматизации и соблюдением технологических параметров.

3. Запуск и ввод в эксплуатацию модернизированной технологии с организацией и

управлением сопутствующих бизнес-процессов для повышения эффективности внедрения.

4. Более подробное изучение основных и дополнительных свойств инновационной продукции, образующейся после сжигания куриного помета.

5. Запуск полного производственного цикла работы оборудования изначально направленного на решение экологических проблем завода.

6. Расширение цикла на прием отходов данного типа от сторонних организаций и полная коммерциализация проекта.

В настоящее время на птицефабрике реализуются 4-5 этапы, перечисленные выше.

#### **Ожидаемый экономический, экологический и социальный эффект от реализации инновационного проекта в Санкт-Петербурге**

Разработка актуальна и интересна для птицефабрик Северо-Западного региона, поскольку позволяет улучшить их вектор развития в сторону экологизации деятельности в части использования сырья, материалов и вторичных материальных ресурсов. Данная деятельность повышает не только экологическую безопасность бизнеса, но и влияет на улучшение качества жизни в регионе, здоровье населения, то есть имеет ярко выраженный социальный эффект. Экономический эффект по планируемой деятельности в среднесрочной перспективе должен составить 220 млн руб., конкретно для АО «Птицефабрика Роскар», данные об экономических показателях представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Планируемые экономические показатели внедрения эко-технологии в деятельность предприятия АО "Птицефабрика Роскар"

Наименование типа затрат	Величина затрат, млн руб.
Затраты на строительство и ввод в эксплуатацию завода	382,168
Прибыль от реализации минерального удобрения	60,75
Сокращение затрат на утилизацию отходов	181,2
Затраты на заработную плату обслуживающему персоналу	3,6
Средняя планируемая величина экономического эффекта	220
Срок окупаемости технологии	2,5 года

На реализацию технологии предприятие АО «Птицефабрика Роскар» инвестировала 232,168

млн. руб., заемные средства составили: 150 млн руб.

Обобщая, можно отметить, что экологический эффект от развития природоохранного направления с использованием эко-технологии, представленной авторами, даст возможность:

- получить «зеленую» тепловую энергию в размере 5,7 Гкал/ч;
- произвести инновационный продукт в результате применения эко-технологии: минерального удобрения в объеме к реализации 4 500 тонн.

Экономические эффекты сводятся к следующим позитивным результатам:

- получение дополнительной прибыли в размере 220 млн руб.;
- создание на заводе по сжиганию осадка 6 высокотехнологичных рабочих мест;
- за счет изменения технологии планируется снижение затрат на утилизацию помета на 50%;
- бизнес-предложение должно улучшить систему управления ресурсами на предприятиях данного типа.

Социальные эффекты от проводимого мероприятия сводятся к следующему:

- Повышение экологической безопасности бизнеса и улучшение экологической обстановки в регионе в целом.
- Соответствие технологии технологическим, санитарно-эпидемиологическим, строительным и другим нормам и требованиям (куриный помет без специализированной обработки может обладать экологически опасными свойствами, так как содержит в своем составе болезнетворные бактерии).

#### **Заключение**

Согласно проведенному исследованию можно сделать следующие выводы:

1. Представленная в исследовании технология является инновационной и позволит предприятию эффективно использовать ресурсы и получать дополнительную прибыль за счет образования инновационного продукта – биоугля.

2. Данное направление позволяет улучшить социальную атмосферу – снизить запах, развить экономику региона (создание дополнительных рабочих мест, улучшение условий труда и автоматизация процессов производственной деятельности).

3. Создание новых технологически управляемых процессов дает положительную динамику в развитии отрасли птицеводства в регионе, повышает эффективность производственного цикла и позволяет стабилизировать финансово-экономические показатели.

## Литература

1. Stoneman P. Soft innovation: economics, product aesthetics and the creative industries / Paul Stoneman. – Oxford: Oxford univ. press, 2011. – 366 с.
2. Авдейчикова Е. В., Трубицина С. П., Бургат В. В. Инновации в торговой деятельности: российский и зарубежный опыт: монография / ФГБОУ ВПО Рос. экон. ун-т им. Г. В. Плеханова, Ом. ин-т. - Омск: Омский институт (филиал) РГТЭУ, 2015. - 270 с.
3. Краснопевцева И. В., Краснопевцев А. Ю. Управление производством инновационной продукции в машиностроении: монография / Тольяттинский государственный университет. – Тольятти – 2018. – 159 с.
4. Кужева С. Н. Производственный менеджмент: учебно-методическое пособие / ФГБОУ ВПО Омский гос. ун-т им. Ф. М. Достоевского. – Омск: Изд-во Омского государственного университета, 2016. – 191 с.
5. Сергеева Е. А., Брысаев А. С. Инновационный и производственный менеджмент в условиях глобализации экономики: учебное пособие / ФГБОУ ВПО "Казанский нац. исслед. технологический ун-т". – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. – 212 с.
6. Скоробогатов В. С. Управление производством – Москва: Изд-во МГОУ, 2010. – 106 с.
7. Столяров Г. В. Управление сельскохозяйственным производством: монография / Г. В. Столяров. – Брянск – 2017. – 92 с.
8. Строков В. А. Производственный менеджмент (временной подход) – Москва: ХОРС, 2010. – 294 с.
9. Фомин А. Н. Цеховая и бесцеховая структуры управления производством: проблемы внедрения бесцеховой структуры – Москва: Эдитус, 2013. – 106 с.

УДК 332.85

## АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ РЕГИОНАЛЬНОГО РЫНКА ЖИЛЬЯ (НА ПРИМЕРЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

В.Д. Марченко<sup>1</sup>

*Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта (БФУ им. Канта), 236041, г. Калининград, ул. А. Невского, 14*

В статье исследуется рынок жилой недвижимости и его субъекты. С целью решения ряда существенных задач, предложено создать общую классификацию жилой недвижимости, как одно из главных условий идентификации структуры регионального рынка жилой недвижимости. Данная классификация поможет решить задачи, стоящие перед девелоперами и органами, регулирующими рынок жилой недвижимости с помощью создания перечня общих требований к жилой недвижимости, а также указать и предугадать направление развития рынка жилой недвижимости на федеральном и региональных уровнях.

*Ключевые слова:* рынок жилой недвижимости, классификация рынков недвижимости, недвижимость, регион, девелопер, рыночные отношения, покупатель, субъект на рынке, структура рынка жилой недвижимости, строительная фирма, новостройка, старые дома, риелторы, прибрежные города, инфраструктура.

## ANALYSIS OF THE STRUCTURE ON THE REGIONAL HOUSING MARKET (ON THE EXAMPLE OF THE KALININGRAD REGION)

V.D. Marchenko

*The Baltic federal university of Immanuel Kant (BFU of Kant), 236041, Kaliningrad, st. A. Nevsky, 14*

The article examines the residential real estate market and its subjects. In order to solve a number of significant problems, it is proposed to create a general classification of residential real estate, as one of the main conditions for identifying the structure of the regional residential real estate market. This classification will help solve the problems facing developers and bodies that regulate the residential real estate market by creating a list of general requirements for residential real estate, as well as indicate and predict the direction of development of the residential real estate market at the federal and regional levels.

*Keywords:* residential real estate market, real estate classification, real estate, region, developer, market relations, buyers, market entity, residential real estate market structure, construction company, new building, old houses, realtors, coastal cities, infrastructure.

В настоящее время, стоит отметить, что Калининградская область является привлекательным регионом для инвесторов, развития бизнеса и различных проектов, так как регион

обладает развитой инфраструктурой, интересным расположением и большими возможностями для новых проектов.

<sup>1</sup>Марченко Виктория Дмитриевна – кандидат экономических наук, доцент БФУ им. И. Канта, Инженерно-технический институт, e-mail: [VDMarchenko@kantiana.ru](mailto:VDMarchenko@kantiana.ru)

Благодаря этим факторам увеличилась и привлекательность рынка жилой недвижимости в городе Калининграде, а также в регионе в целом. Все больше и больше реализовывается строительных проектов в регионе, так как возникает необходимость в новом жилом фонде из-за большого количества населения выбирающих регион, как место проживания, как постоянного, так и временного (сезонного). Структура рынка жилой недвижимости становится все более сложной, которая нуждается в структурировании и преобразовании для правильного его функционирования и развития. Рынок жилой недвижимости является сложной системой взаимоотношений различных субъектов, вступающих в рыночные отношения, который требует постоянного регулирования.

Субъектами на рынке жилой недвижимости могут выступать: покупатели жилой недвижимости, продавцы недвижимости, строительные организации, государство, а также посредники на рынке, как пример, риэлторы, оценщики недвижимости, брокеры, страховые организации и др.

Одним из главных условий идентификации структуры регионального рынка жилой недвижимости, которая позволит решить ряд задач является создание общей классификации жилой недвижимости. Создание такой классификации поможет выявить главные направления развития регионального рынка жилья, выявить недостатки системы функционирования рынка жилой недвижимости, предпочтения потребителей рынка жилой недвижимости и выявить потребности населения, как в новом жилом фонде, так и преобразовании старого фонда.

Данная классификация поможет решить задачи, стоящие перед девелоперами и органами, регулирующими рынок жилой недвижимости, с помощью создания перечня общих требований к жилой недвижимости, а также указать и предугадать направление развития рынка жилой недвижимости на федеральном и региональных уровнях.[1]

На рынке недвижимости выделяются две его составляющие: первичный и вторичный рынок недвижимости.[3]

Первичный рынок жилой недвижимости включает в себя операции с новыми объектами жилой недвижимости или с еще реализующимися проектами жилой недвижимости. В настоящий момент реализуется большое количество проектов по строительству новых объектов жилой инфраструктуры и их количество только увеличивается, так как первичный рынок является привлекательным для потребителей рынка жилой недвижимости.

Проекты предлагающие новые жилые комплексы, подразумевает не только новое жи-

лье, но и комфортное с развитой инфраструктурой. Одним из главных минусов рынка первичной недвижимости – это его высокая стоимость.

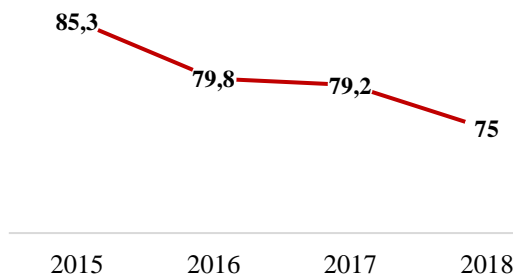


Рисунок 1 – Ввод жилья в России в период с 2015 по 2018 годы, млн. кв.м.

Вторичный рынок недвижимости, наоборот включает в себя сделки с уже существующей недвижимостью, которая эксплуатируется определенный период времени. В настоящее время, несмотря на реализацию новых программ по реализации и обеспечению доступного и комфортного жилья, в Калининградской области преобладает рынок вторичного жилья.

Стоимость такой жилой недвижимости высока и высокий процент населения не может позволить себе приобрести такой вид жилой недвижимости, даже используя такие инструменты поддержки населения по приобретению жилой недвижимости как различные программы по ипотеке и различные жилищные программы по обеспечению населения жильем.

Рынок недвижимости является основой рыночной экономики, поскольку представляет собой сферу вложения капитала в объекты недвижимости и систему экономических отношений, возникающих при операциях с недвижимостью.[4]

Рынок недвижимости в национальной экономике выполняет следующие функции:

- эффективное решение социальных задач, связанных с созданием и использованием полезных свойств недвижимости;
- отчуждение полных или частичных прав собственности на объекты недвижимости от одного экономического субъекта к другому и защиту его прав;
- свободное формирование цен на объекты и услуги;
- перераспределение инвестиционных потоков между конкурирующими видами объектов недвижимости;
- перераспределение инвестиционных потоков между конкурирующими способами использования земель.

В настоящее время на рынке жилой недвижимости присутствуют два типа операции односторонние и двухсторонние. Каждая из совершенных сделок контролируется законодательствами РФ. К главным видам операций на рынке жилой недвижимости являются: купля продажа жилой недвижимости, сдача недвижимости в аренду, дарение, рента и обмен жилой недвижимостью.

Недвижимость представляет собой базисное экономическое благо, предназначенное для удовлетворения первичных человеческих потребностей (прежде всего, потребности в жилье).[2] Рынок недвижимости сегодня является одним из способов вложения и сохранения своих накоплений. Так как с помощью приобретения недвижимости потребителей не только делает выгодное вложение, как способ сохранения накопления, но и находит дополнительный источник дохода, так как большое количество таких собственников сдают приобретенную недвижимость в аренду.

Одним из главных условий идентификации структуры регионального рынка жилой недвижимости, которая позволит решить ряд задач является создание общей классификации жилой недвижимости. Данная классификация поможет решить задачи, стоящие перед девелоперами и органами, регулирующими рынок жилой недвижимости, с помощью создания перечня общих требований к жилой недвижимости, а также указать и предугадать направление развития рынка жилой недвижимости на федеральном и региональных уровнях. Так же данная классификация поможет выявить предпочтения и потребности потребителей жилья. Классификация жилой недвижимости позволит решить следующие задачи:

- развить отношения между субъектами рынка жилой недвижимости;
- дать предоставление об информации о развитости рынка жилой недвижимости и тенденции его развития на федеральном и региональном уровне;
- предоставить условия для потенциальных покупателей недвижимости с целью выявления их предпочтений;
- выявить недостатки рынков жилой недвижимости;
- выявить предпочтения потребителей рынка жилой недвижимости;
- определить основные направления деятельности строительных организации на рынке жилой недвижимости.

В настоящее время нет четко выработанной классификации для субъектов рынка жилой недвижимости, которая могла бы их охарактеризовать или отнести к какому-либо классу недвижимости.

Несмотря на это строители, девелоперы, страховые компании и экспертные организации, разрабатывают собственные классификации жилья, которые опираются прежде всего на предпочтения потребителей, ситуацию на рынке и тенденции его развития, инвесторов и др.

Единая классификация для города или региона в целом помогла бы объединить критерии для разделения недвижимости по классам, а также выявить предпочтения потребителей и помогли бы спрогнозировать и выявить тенденции на рынке жилой недвижимости, но попытки выявить универсальную классификацию не прекращаются.

Каждому региону, городу и местности, в которой располагается населенный пункт, присуща своя специфика жилой недвижимости, с помощью которой определяется особенности строения структуры регионального рынка жилой недвижимости. Благодаря этому возникает возможность для того, чтобы выделить и установить целый ряд общих признаков аналогичной структуры регионального рынка жилой недвижимости и так же определить ее соответствующую архитектуру для каждой административно-территориальной части, обладающей жилым фондом.

Как следствие, можно выделить целый ряд признаков анализа жилой недвижимости, например:

- 1) Способы использования жилой недвижимости собственниками и потребителями.
- 2) Анализ жилья с точки зрения объекта маркетингового продвижения данного товара и сопутствующих услуг.

Жилая недвижимость как маркетинговая единица рационально рассматривать как системный комплекс, который характеризуется, следующими составляющими типами: инженерно-коммуникационная инфраструктура, архитектурный стиль жилой недвижимости, качество предоставляемых услуг по эксплуатации, качество земли и расположение участка под строительство, социальная инфраструктура, правовая форма владения недвижимостью и стоимость недвижимости, а так же определение класса недвижимости, обращая внимание на разработанную местными организациями классификацию жилой недвижимости, которая опирается на особенности региона.

- 3) Классификация рынков жилой недвижимости по классам жилья.

Еще одной из многочисленных особенностей рынка жилой недвижимости Калининграда и Калининградской области, следует выделить то, что регион располагающийся на побережье Балтийского моря, можно рассмотреть в качестве территории выгодного вложения финансовых средств не только представителями Москвы и Санкт-Петербурга, но и ряда дру-

гих крупных городов России, а так же зарубежных стран.

Интенсивно развивается рынок не только недвижимости города Калининграда. Прибрежные территории региона развиваются, не отставая от регионального центра. Сегодня можно проследить тенденцию стремительного расширения территорий курортных городов Калининградской области. Значительно расширился рынок застройки жилой недвижимости, это оказывает положительное влияние на развитие инфраструктуры Калининграда и городов калининградского региона, существенно повышается уровень жизни населения и предоставляется большое количество рабочих мест.

Значительное количество застройщиков Калининградской области в приоритетном направлении выбирают застройку курортных городов, как например, Светлогорск, Зеленоградск, Янтарный.

Во-первых, потребителями рынка жилой недвижимости данных территорий являются не только жители региона, но и других городов России и зарубежных стран.

Во-вторых, рынок недвижимости в прибрежных городах в разы прибыльнее для застройщика.

В-третьих, это плюс для самого города, так как с развитием местного рынка недвижимости, предоставляется больше рабочих мест, строительство способствует развитию инфраструктуры курорта и привлечению денежных средств для развития региона в целом.

Так же стоит отметить, что развитая инфраструктура и развитые курортные города, способствуют привлечению и увеличению туристических потоков в регион. Уже сегодня стоит отметить, что в последние годы поток туристов увеличился в разы. Так, по состоянию в 2018 года, стоимость нового элитного жилья в Светлогорске составляла \$1,5 – 3 тыс. за кв. м и выше, а цена коттеджа в таун-хаусах, от \$2 тыс. за кв. м. Новые квартиры Светлогорск предлагает своим будущим жителям из расчета от 1000 евро за кв. м. Средняя стоимость вторичного жилья на 15 – 20% дешевле, так же наблюдается огромный разброс между минимальными и максимальными цифрами. Цена участка земли колеблется в пределах \$15 – 120 тыс. за сотку, хотя в особо интересных местах она доходит и до \$30 тыс. При этом отмечается более быстрый рост цен, в пределах 10 – 15%, на жилье в Светлогорске, по сравнению с Калининградом.

Рынок жилой недвижимости в городе Светлогорске весьма разнообразен, в нем можно выделить несколько видов недвижимости. Риелторскими и строительными фирмами жилая недвижимость классифицируется по сле-

дующим типам, которые характерны для данного города:

1. Многоэтажные панельные здания 1950-70-х годов
2. Кирпичные многоэтажки 50-70-х годов
3. «Сталинские» дома
4. Старинный фонд
5. Новостройки
6. Жилые комплексы
7. Элитное жилая недвижимость.

В настоящее время наибольшим спросом на рынке, несмотря на спады в экономике и как следствие снижение потребителей на рынке жилья, лидирующую позицию занимают современные дома или новостройки. Данный жилой фонд отвечает всем потребностям покупателей, которые могут предоставить комфортное, безопасное и современное проживание.

Рынок недвижимости является сложной разветвленной структурой, которая требует особого и непрерывного контроля со стороны государственных органов власти, а также непосредственных участников рынка. Девелоперы должны непрерывно контролировать распределение и использование земли, ресурсов, используемых непосредственно при строительстве, а также финансовых ресурсов.

Стоит отметить, что строительство является одной из самых затратных отраслей на рынке. Часто инвестиции или деньги будущих собственников влияют на темпы строительства. Чем больше финансовых ресурсов, тем выше темпы строительства. Этот факт касается как регионального, так и федерального рынков жилой недвижимости. Ключевой особенностью рынка недвижимости является его локальный характер.[5]

Так же стоит отметить, что операции, производимые с недвижимостью проходят в частном порядке или конфиденциально в большинстве случаев. Чаще всего это происходит на рынке вторичной недвижимости, при договоре дарения или обмене жилой недвижимости.

Основные требования, которые выдвигают покупатели к современному жилью: выгодное территориальное расположение, современная архитектура, развитая инфраструктура, развитая автомобильная сеть, комфортная планировка квартир, предоставляемые услуги, безопасность объекта, имидж объекта жилой недвижимости, парковка, материалы, используемые при строительстве, техническое оснащение объекта.

Для создания условий более эффективного взаимодействия субъектов рынка жилой недвижимости, которые способствуют развитию и правильному функционированию рынка жилой недвижимости, необходима разработка единой классификации жилой недвижимости,

по примеру, рассмотренной выше. Стоит отметить и выделить, как немало важный фактор жилой недвижимости как земля. Земля входит необходимой составной частью практически в любой объект недвижимого имущества.[6] Поэтому следует выделить и рассматривать рынок земли в параллели с рынком жилой недвижимости. Многие застройщики, не придают особого внимания, выбору территории для построения жилой недвижимости. Особенно это актуально для Калининградской области, в частности, прибрежных территорий. Спрос на землю очень велик, стоимость на землю зависит от группы факторов, таких как отдаленность от города, присутствие лесов и водоёмов, качество земли, формы собственности и др. Спрос и цена так же взаимосвязана и формируется под воздействием факторов, которые были перечислены выше.

В заключение хотелось бы отметить, что Калининград и Калининградская область являются интересным и привлекательным регионом для развития рынка жилой недвижимости. Рынок жилья Калининграда и Калининградской области очень динамичен и быстро подстраивается под изменения на рынке недвижимости и потребности потребителей жилой недвижимости, которые на сегодняшний момент очень требовательны к продуктам рынка. Данный рынок характеризуется разнообразными подходами в строительстве, что характеризуется рядом особенностей потребительских рынков, которые увеличивают привлекательность для покупки потребителями постоянной или временной жилой недвижимости. Следует отметить, что применительно к клиентурным рынкам также констатируется отсутствие универсальной классификации покупателей жилья.

В зависимости от социально-демографических характеристик, национально-культурных традиций, предпочтений и возможностей населения, проживающего на территории конкретного региона и/или муниципального образования, представляется возможным выявить характеристики территориальных клиентурных рынков, детерминирующих целенаправленные действия потребителей на рынке жилой недвижимости.

Следствием применения представленной в работе модели может быть обоснование перехода от экстенсивного роста жилья к ориентированному на изменение установок потребителей. При этом соответственно изменяется маркетинговая стратегия строителей и девелоперов, учитывающих не только сложившуюся ситуацию с предложением и спросом, но и новые тенденции, способствующие изменению спроса на жилье. Несомненно, увеличится доля строительства комфортабельного жилья в ме-

стах дислокации новых промышленных и инновационных кластеров (например, кластер атомной энергетики).

Так же стоит отметить эксклавное и прибрежное расположение Калининградской области, что напрямую оказывает влияние на структуру регионального рынка жилья и повышает уровень привлекательности потребителей жилой недвижимости.

У Калининграда и Калининградской области есть все предпосылки и возможности, чтобы завоевать лидирующую позицию на рынке жилой недвижимости не только среди регионов Северо-Западного федерального округа, так и стать лидером по обеспечению населения комфортным жильем в России благодаря быстро развивающейся инфраструктуре региона, развитию различным региональных и федеральных программ развития рынка жилой недвижимости, так как доступное жильё является основным индикатором уровня жизни населения.[7]

Как следствие, чем качественнее рынок жилой недвижимости, тем выше качество жизни населения. Это взаимозависимости опирается на такие нюансы как: развитие инфраструктуры, доход населения, климатические и территориальные условия и др. Поэтому создание единой классификации рынка жилой недвижимости является необходимым элементом не только для самого рынка жилой недвижимости и строительной отрасли, но и экономики в целом.

### *Литература*

1. Шишканева В.Д. Идентификация структуры регионального рынка жилья. 100 лет Высшему рыбохозяйственному образованию России. Научный журнал «Известия КГТУ» - 2013 № 30. Стр115-120.
2. Печенкина А.В. Региональный рынок недвижимости в современной экономической теории// Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №3.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6262> (дата обращения: 13.08.2019).
3. Интернет-ресур. URL: <http://www.grandars.ru/college/biznes/rynok-nedvizhimosti.html> (дата обращения: 13.08.2019).
4. Интернет-ресур. URL: [https://cde.osu.ru/demoversion/course126/1\\_1.html/](https://cde.osu.ru/demoversion/course126/1_1.html/)
5. Н.Б. Косарева, А.А. Туманов, Д.С. Сиваев, «Исследование региональной структуры рынков жилья в России. Фонд «Институт экономики города».
6. Интернет-ресур. URL: <https://uchebnik.online/kniginedvijimost/segmentatsiya-ryinka-nedvijimosti-37367.html> (дата обращения: 13.08.2019).
7. Зацарина Ю.В., Блеч А.В. Формирование рынка доступного жилья, как направление развития регионального рынка недвижимости и его роль для сбалансированного развития региона, Вестник ОГУ №14 (175)



## ВЕКТОР РЕАЛИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ МЕР ПОДДЕРЖКИ СЕТЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТРУКТУР В КОНТЕКСТЕ НЕОИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ

И.В. Макарова<sup>1</sup>, А.А. Глумов<sup>2</sup>, О.Д. Угольникова<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Уральский государственный экономический университет (УрГЭУ),  
620144, Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, дом 62/45;

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21.

Статья посвящена исследованию проблем повышения результативности государственных мер поддержки сетевых производственных структур в условиях неоиндустриализации. Согласно предложенной методологии на примере индустриально развитых регионов Урала дана оценка соответствия мер государственной поддержки таких структур современным вызовам развития общества. Результаты исследования могут быть использованы для повышения эффективности региональной промышленной политики.

*Ключевые слова:* сетевые структуры, приоритеты развития, промышленная политика, неоиндустриализация, регионы

### VECTOR OF IMPLEMENTATION OF REGIONAL MEASURES TO SUPPORT NETWORK PRODUCTION STRUCTURES IN THE CONTEXT OF NEOINDUSTRIALIZATION

I.V. Makarova, A.A. Glumov, O.D. Ugolnikova

*Ural State University of Economics, 620144, Ekaterinburg, March 8 / Narodnaya Volya st., 62/45;  
St. Petersburg State University of Economics, 191023, Saint-Petersburg, Sadovaya str., 21*

The article is devoted to the study of problems of increasing the effectiveness of state measures to support network production structures in the context of neo-industrialization. According to the proposed methodology, the example of industrially developed regions of the Urals gives an assessment of the conformity of government support measures for such structures to the modern challenges of society. The results of the study can be used to increase the effectiveness of regional industrial policy.

*Keywords:* network structures, development priorities, industrial policy, neo-industrialization, regions

Для современной экономики характерен логичный переход от индустриализации к неоиндустриализации, предъявляющей особые требования к развитию общества и промышленности. Основы концепции новой индустриализации, заложенные Дж. Гэлбрейтом [9] и Э.Тоффлером [20], получили развитие в работах К. Перес [15] и Р. Дж. Гордона. Однако цельная концепция была

сформирована С. Губановым, определившим сущность, индикаторы и приоритеты развития данного процесса, базисные продукты, формулу и закон неоиндустриализации [8].

Современные исследования таких авторов, как Л. Абалкин [1], А. Амосов [3], С. Белозеров [4], С. Глазьев [7], Р. Гринберг [6], В. Ивантер [10], В. Иноземцев [11] и другие ведутся в двух направлениях:

ГРНТИ 06.56.31

<sup>1</sup>Макарова Ирина Валерьевна – доктор экономических наук, доцент, начальник Управления по научно-исследовательской деятельности УрГЭУ, тел.: +7 902 874-47-63, e-mail: k511@mail.ru.

<sup>2</sup>Глумов Антон Анатольевич – кандидат экономических наук, начальник Финансово-экономического управления УрГЭУ, тел.: +7 902 874-47-63, e-mail: k511@mail.ru.

<sup>3</sup>Угольникова Ольга Дмитриевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры безопасности населения и территорий от чрезвычайных ситуаций СПбГЭУ, тел.: +7 906 253-59-49, e-mail: olga\_ugolnikova@mail.ru

1) выявление признаков, возможностей и условий перехода к неоиндустриализации;

2) разработка модели неоиндустриального развития общества.

Губанов С. выделяет следующие количественные индикаторы неоиндустриализации: удельный вес автоматизированных рабочих мест, количество машинных работников, уровень интеграции промышленности, доля высокотехнологичных производств, доля высококвалифицированной рабочей силы и уровень производительности труда. По мнению С. Глазьева, новая индустриализация предполагает переход от III-IV к V-VI и даже VII технологическим укладам. Белозерова С. предполагает, что она обеспечивает рост доли высокопрофессиональных кадров, приобретение высокотехнологичного оборудования и прочее. Обобщая исследование, выделяют следующие условия неоиндустриального роста: 1) превращение характера труда из монотонного и исполнительского в творческий, инновационный; 2) изменение структуры трудового баланса в сторону роста удельного веса людей с высшим образованием; 3) перерастание науки в непосредственную производительную силу, рост доли наукоемких и высокотехнологичных производств; 4) рост масштабов производств, усиление вертикальной интеграции; 5) достижение экологически чистой природы новой индустриализации.

Региональные особенности, в том числе особенности перехода промышленности к неоиндустриализации, отражены в работах О.С. Сухарева [18], А.И. Татаркина [19] и других. Среди движущих сил новой индустриализации они выделяют укрепление партнерских отношений общества, власти и бизнеса при соблюдении взаимных интересов, а также рост сетевизации производства. Исследованию сетевых структур (в нашем исследовании к ним относятся крупные холдинги, кластеры, технопарки и индустриальные парки) и влиянию их на экономику территорий посвящены работы С. Витали и С. Баттистона [22], М. Кассона [21], В. Радаева [16]. При этом вопросы целеполагания, выбора и реализации приоритетов развития, формирования моделей экономического роста отдельных субъектов хозяйствования, таких как сетевые структуры, относятся к дискуссионным.

Учитывая выше сказанное, целью исследования является: разработка методологии выявления направлений государственной поддержки сетевых производственных структур по признаку соответствия главным стратегическим ориентирам развития промышленности региона в условиях перехода

к неоиндустриализации. В качестве объекта исследования рассмотрены индустриально развитые регионы Уральского экономического района (Свердловская и Челябинская области, Республики Башкортостан и Удмуртия, Пермский край).

#### **Методологические подходы к выявлению стратегических приоритетов государственной поддержки сетевых производственных структур**

Для определения приоритетов государственной поддержки тех или иных субъектов промышленности (перечня первоочередных целей, действий, проблем, на решение которых целесообразно выделять ресурсы) используются два подхода: структурный (исходя из стратегических целей государства и долгосрочных общественных ценностей) или конъюнктурный (обусловленный решением краткосрочных, иногда текущих, проблем). Проблемы идентификации и выбора стратегических приоритетов в контексте выявления ориентиров для формирования мер государственной поддержки изучаются многими исследователями, занимающимися вопросами разработки и реализации промышленной политики (А.Г. Аганбегяном [2], А.О. Блиновым [5], Г.Б. Клейнер [12], Д.С. Львов [14], Д.Е. Сорокиным [17] и другими). Ими непрерывно совершенствуются методы прогнозирования и механизмы (меры) реализации такой политики на различных территориях, расширяются наборы факторов влияния. В то же время, в работах выше перечисленных исследователей недостаточно изучены вопросы определения направлений и механизмов государственной поддержки крупных интегрированных и сетевых структур.

Учитывая некоторую идентичность функционального строения кластеров и сетей, параметры стратегического развития сетевых производственных структур могут быть определены исходя из рыночных возможностей и ресурсов обеспечения собственной конкурентоспособности в условиях перехода к новой индустриализации, а также сложности встраивания бизнеса (при обеспечении баланса рыночного и государственного управления) в стратегические векторы развития национальной и мировой экономики.

Стратегические векторы развития национальной экономики определяются наличием и эффективностью использования потенциала промышленности для перехода к новой индустриализации, с учетом мировых экономических вызовов и условий

международного разделения труда. Среди таких векторов можно выделить:

1. Достижение и сохранение глобальной конкурентоспособности за счет роста производительности труда, обеспеченной сокращением цикла создания и удешевлением выпуска товаров и услуг с высокой интеллектуальной составляющей.

2. Расширение доступа к традиционным внешним рынкам путем обеспечения дополнительных конкурентных преимуществ (экологичность, инновационность, конкурентоспособность, расширенные финансовые условия и т.д.).

3. Сохранение и развитие локальных (внутрироссийских) рынков, что обусловлено исчерпанием потенциала экстенсивного роста.

4. Создание новых или вхождение в зарождаемые рынки для обеспечения индустриального прорыва на основе технологий новых (шестого и седьмого) технологических укладов.

5. Повышение эффективности государственных мер поддержки промышленности. Объективными ограничениями фронтальной государственной поддержки промышленности могут рассматриваться: ресурсные возможности государства, низкая эффективность институтов развития и ГЧП, ограничения администрирования и т.д.

6. Развитие институциональной среды бизнеса, стимулирующей долгосрочное стратегическое инвестирование.

7. Реновация человеческого капитала в силу возрастающей сложности промышленных систем. В условиях неоиндустриализации увеличивается потребность в трудоспособных высококвалифицированных кадрах, компетенции которых ежегодно обновляются. Продление трудовой активности старшего поколения не покрывает дефицит рабочих и инженеров в промышленности.

Данные стратегические векторы не противоречат принципам индустриализации и неоиндустриализации, определяя общие ориентиры развития национальной промышленности в макроэкономическом масштабе. Таким образом, с точки зрения методологии исследования, они инвариантны по отношению к различным моделям промышленного роста регионов, что предполагает их обязательный учет при формировании стратегических и программных документов. Поэтому выбор, обоснование и разработка механизмов реализации приоритетов развития сетевых производственных структур должны быть ориентированы на уже сформулированные в рамках региональных стратегических документов концептуальные параметры

развития промышленности, а также способствовать их уточнению.

### **Определение отраслевых приоритетов развития сетевых производственных структур в Уральском экономическом районе**

Среди регионов Уральского экономического района (далее – УЭР) высоким уровнем концентрации в промышленности сетевых структур отличаются Свердловская и Челябинская области, Республики Башкортостан и Удмуртия, Пермский край.

Самой высокой концентрацией производства обладают предприятия металлургического, газо- и нефтехимического комплексов. В Свердловской и Челябинской областях в структуре промышленности преобладает металлургический комплекс, где все предприятия входят в крупные холдинги. Ведущие отрасли промышленности Республики Башкортостан (нефтедобыча, нефтепереработка и нефтехимия) и Оренбургской области (газодобыча и газопереработка), Пермского края (нефтяная, химическая и нефтехимическая промышленность) также представлены крупными корпорациями (ПАО «НК «Башнефть», ПАО Газпром, ПАО «Лукойл», ОАО «Уралкалий», ГК «МЕТАФРАКС» и др.). Пятую часть дохода экономики Республики Удмуртия формируют нефтяные предприятия – ОАО «Удмуртнефть» (взводящее в ПАО «НК «Роснефть»), АО «Белкамнефть» и АО «Удмуртская нефтяная компания» (в ПАО НК «РуссНефть»).

Предприятия машиностроения также являются элементами межрегиональных производственных сетей, формируемых в рамках крупных корпораций. Основу промышленности Курганской области и Республики Удмуртия составляет машиностроение, представленное такими сетевыми структурами, как Концерн «Тракторные заводы», АО «Концерн Калашников», Концерн «АВТОВАЗ», Концерн ПВО «Алмаз-Антей». Две трети оборота машиностроительный комплекс Свердловской формируют предприятия, входящие в такие интегрированные компании как ГК «Ростехнологии», ГК «Росатом», ГК «Роскосмос», Концерн ПВО «Алмаз-Антей», Корпорация «Тактическое ракетное вооружение» и прочие. Среди крупных сетевых машиностроительных предприятий Республики Башкортостан можно выделить ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение» (входящее в АО «ОПК «ОБОРОНПРОМ»») и АЛ «Уфимское агрегатное производственное объединение» (ГК «Ростехнологии»), ОАО «НефАЗ» (ПАО

«КАМАЗ» и пр.).

Таким образом, сетевизация охватывает отрасли промышленной специализации всех исследуемых территорий, самой высокой концентрацией бизнеса отличаются металлургический, газо- и нефтехимический, машиностроительный комплексы.

### Оценка ориентированности мер государственной поддержки промышленности на сетевые производственные структуры

Рассмотрим, каким образом интересы и перспективы развития данных структур учтены при формировании региональных стратегических и программных документов – на примере формирования системных параметров поддержки промышленности.

Региональные бюджеты анализируемых индустриально развитых регионов УЭР являются социальными. В структуре затрат региональных бюджетов расходы на развитие промышленности составляют в среднем порядка 1%, расходов на экономическое развитие – порядка 15-20%. Вклад промышленности в экономику территорий (объем промышленного производства) и затрат бюджетов этих территорий на поддержку промышленности не сопоставимы (табл. 1).

Финансовые возможности даже отдельных предприятий, входящих в производственные сетевые компании, составляющих основу промышленности территорий, часто соответствуют и даже превышают доходы бюджетов территорий их дислокации. Так, доход крупных сетевых производственных структур в индустриально развитых регионах (Свердловской и Челябинской областях, Пермском крае, Республиках Башкортостан и Удмуртия) превышает суммы доходов бюджетов данных территорий. Это дает возможность таким структурам удерживать экономическую власть и подменять собой государственную исполнительную власть в регионах и муниципалитетах их дислокации.

Что касается направлений государственной поддержки развития сетевых производственных структур, то в стратегических документах анализируемых регионов не предусмотрены такие специализированные меры. Государственная (региональная) политика ориентирована на выполнение комплекса финансовых и нефинансовых мероприятий для всех субъектов промышленности и включает: 1) обеспечение деятельности специализированного органа государственного управления (Министерства, департамента) и институтов развития

(Фондов и Центров развития промышленности); 2) создание благоприятного инвестиционного климата (реализацию специальных инвестиционных контрактов, комплекса специальных субсидий и займов, введение налоговых и прочих неналоговых льгот и преференций); 3) развитие сетевых структур в виде технопарков и кластеров.

Таблица 1 – Основные показатели финансирования развития промышленности регионов УЭР в 2017 г.\*

Субъект РФ	Объем производства промышленной продукции, млн.руб	Объем финансирования средств программы развития промышленности, млн.руб.	
		все-го**	в том числе средств регионального бюджета
Свердловская область	1 998 944	92,0	392,0
Челябинская область	1 550 840	7,3	47,3
Республика Башкортостан	1 440 762	42,6	42,6
Республика Удмуртия	533 490	978,5	104,3
Пермский край	1 383 488	112,0	111,7
Оренбургская область	723 437	0,0	0,0
Курганская область	119 312	788,7	41,2
Итого по УЭР	7 746 273	2361,1	739,1

\* – Составлено автором по данным, отраженным: на сайте Федеральной службы государственной статистики; в программных документах промышленного развития регионов.

\*\* – показатель рассчитан не всегда корректно, поскольку не все программные документы планируют финансирование из всех источников

При формировании мер государственной поддержки промышленных предприятий большинство анализируемых регионов переходят от субсидий к возвратным механизмам, реализуемым институтами развития. Соответственно, затраты региональных бюджетов на содержание таких институтов постепенно окупаются за счет возвратных средств. При этом

важно понимать, что такие институты встроены в иерархию «себеподобных» и функционируют вне какой-либо (отраслевой, региональной или прочие) системы. Их функционал статичен (не подвержен изменениям), условия предоставления поддержки и ресурсы ограничены, что сужает круг потенциальных получателей займов и гарантий. Возможности сетевых производственных структур (ввиду организационных и ресурсных особенностей), в том числе крупных интегрированных корпораций (ввиду незначительности поддержки при высоких институциональных издержках), участвовать в конкурсах на предоставление таких мер поддержки минимальные. Из всей совокупности современных мер поддержки экономической интерес крупных сетевых структур вызывают налоговые льготы (реализуемые в виде заключения специальных инвестиционных контрактов (СПИКов), включения инвестиционных проектов в список приоритетных и т.д.).

Для определения результативности мер государственной поддержки для сетевых производственных структур соотнесем осуществляемые меры поддержки промышленности анализируемых регионов (где доли участия таких структур не менее 10% от объема предоставленных льгот) с возможностью их эффективного использования для обеспечения перехода промышленности к новой индустриализации. В качестве параметров обеспечения такого перехода используем выделенные нами стратегические векторы развития национальной экономики: 1) достижение и сохранение глобальной конкурентоспособности; 2) расширение доступа к традиционным внешним рынкам; 3) сохранение и развитие локальных (внутрироссийских) рынков; 4) создание новых или вхождение в зарождаемые рынки; 5) повышение эффективности государственных мер поддержки промышленности; 6) развитие институциональной среды бизнеса, стимулирующей долгосрочное стратегическое инвестирование; 7) реновация человеческого капитала. Анализ результативности мер государственной поддержки сетевых производственных структур индустриально развитых территорий Урала показал, что, большинство применяемых сегодня мер поддержки не ориентировано на крупный, в том числе сетевой, бизнес и стимулирование долгосрочных масштабных инвестиций. Практически ни одно из мероприятий не способствует росту экспорта и достижению глобальной конкурентоспособности, тем более, формированию нового сектора «цифровой экономики». Кроме того, они не ориентированы на решение задач национальной технологической

инициативы. Такая же картина может быть получена при анализе федеральных мер поддержки промышленности.

Тем самым, стратегические приоритеты осуществляемой на территориях УЭР промышленной политики и результативность использования ресурсов государства достаточно низкие. Это не стимулирует развитие сетевых производственных структур, которыми представлены базовые отрасли экономики анализируемых территорий, в контексте обеспечения перехода к новой индустриализации, с учетом мировых экономических вызовов и условий международного разделения труда.

### **Заключение**

Учитывая результаты проведенного исследования, решение проблемы развития сетевых производственных структур в контексте новой индустриализации состоит в формировании концепции конкурентного партнерства сетевых компаний с государственной исполнительной и законодательной властью в регионе. Такая концепция должна содержать ориентиры для всех участников при формировании приоритетов развития на каждом этапе жизненного цикла партнерских отношений:

- 1) эффективное перераспределение экономической власти и совместное планирование стратегического управления на территории региона;
- 2) расширение горизонта инвестирования, наращивание воспроизводственных ресурсов;
- 3) получение масштабного синергетического и мультипликативных эффектов для компаний и территориальных экономических систем;
- 4) повышение качества корпоративных и государственной систем поддержки промышленности, планирования, прогнозирования и контроля.

В рамках достижения партнерских отношений необходимо обеспечить: эффективный обмен информацией и ресурсами, отказ корпорации от монопольной экономической власти, достижение интегрального синергетического эффекта. Для перехода к неоиндустриализации такой эффект должен выражаться не только в модернизации существующих и создании новых производств, последовательно ориентированных на внедрение технологий новых технологических укладов, но и в формировании и накоплении высококвалифицированных человеческих ресурсов.

Готовность сторон к конструктивному, учитывающему взаимные интересы, диалогу, нарушается повышенными рисками взаимодей-

ствия бизнеса и власти: гипертрофией административного ресурса, выражаемой в несогласованном участии бизнеса в программах развития территорий; корпоративным лоббизмом интересов (государства и бизнеса). В этом случае повышается важность решения проблем интеграции организационных культур органов управления территорией и корпораций. Необходимость взаимного усиления, проявляющегося в результате объединения возможностей и стратегических ресурсов, предполагает развитие нового типа менеджера-лидера, компетенции которого позволяют эффективно организовывать и осуществлять сотрудничество между этими партнерами.

Таким образом, базовым приоритетом развития сетевых производственных структур в контексте новой индустриализации остается формирование модели распределения функций и ответственности власти и сетевых структур в обеспечении развития конкретных областей регионального хозяйства и социальной сферы. Основой такого партнерства является достижение баланса между бизнес-стратегией сетей и интересами субъектов государственного управления и местных сообществ. Несогласованность их действий приводит к ограничению эффективности реализации стратегических векторы развития экономики.

### Литература

1. Абалкин Л. О новой концепции долгосрочной стратегии// Вопросы экономики. 2008. № 3. С. 37-38.
2. Аганбегян А.Г. О новой промышленной политике// ЭКО. 2012. № 4. С. 4-22.
3. Амосов А. Об экономическом механизме нового индустриального развития// Экономист. 2014. № 2. С. 3-13.
4. Белозерова С. Опыт советской индустриализации в контексте неоиндустриализации// Экономист. 2012. № 6. С. 22-38.
5. Блинов А.О. Модернизация российской промышленной политики// Мир новой экономики. 2015. № 2. С. 20-28.
6. Бодрунов С.Д., Гринберг Р.С., Сорокин Д.Е. Реиндустриализация Российской экономики: императивы, потенциалы, риск// Экономическое возрождение России. 2013. №1 (35). С. 19-49.
7. Глазьев С.Ю. Рынок в будущее. Россия в новом технологическом и мирохозяйственном укладах. М.: Изд-во Книжный мир, 2018. 768 с.
8. Губанов С. Неоиндустриализация плюс вертикальная интеграция (о формуле развития России)// Экономист. 2008. № 9. С. 3-27.
9. Гэлбрейт Дж. Новое индустриальное общество. М.: Издательство АСТ, 2004. 602 с.
10. Ивантер В.В., Комков Н.И. Основные положения концепции инновационной индустриализации России// Проблемы прогнозирования. 2012. № 5. С. 3-13.
11. Иноземцев В.Л. Будущее России – в новой индустриализации// Экономист. 2010. № 2. С. 3-15.
12. Клейнер Г.Б. Концепция федерального закона «О промышленной политике Российской Федерации»// Экономическая наука современной России. 2013. № 3. С. 70-75.
13. Коршиков И.А. Пути преодоления неоднородности экономического пространства// Вестник института экономических исследований. 2018. № 1 (9). С. 51-56.
14. Львов Д., Дементьев В. Новая промышленная политика России// Экономист. 1996. № 10. С. 10-16.
15. Перес К. Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания. М.: Издательский дом «Дело». РАНХ и ГС, 2011. 232 с.
16. Радаев В.В. Кому принадлежит власть на потребительских рынках: отношения розничных сетей и поставщиков в современной России. М.: Изд. Дом Высшей школы экономики, 2011. 383 с.
17. Сорокин Д.Е., Толкачев С.А. Условия и факторы эффективной реиндустриализации и промышленной политики России// Экономическое возрождение России. 2015. № 4. С.87-99.
18. Сухарев О., Стрижакова Е. Нова индустриализация – путь к повышению производительности труда в промышленности// Экономист. 2014. № 5. С. 6-18.
19. Татаркин А.И., Романова О.А. (2013). О возможностях и механизме неоиндустриализации старопромышленных регионов// Экономист. № 3. С. 19-31.
20. Тоффлер Э. (2010). Третья волна = The Third Wave, 1980. М.: АСТ, 2010. 784 с.
21. Casson M. Networks in Economic and Business History: A Theoretical Perspective. German Historical Institute London Bulletin Supplement. 2011. vol. 2, pp. 17.
22. Vitali S., Battiston S. The Community Structure of Global Corporate Network. SSRN Electronic Journal, 2013, january, pp. 8-9.

# ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РЕГИОНА

С.Ф. Куган<sup>1</sup>

*Брестский государственный технический университет (БрГТУ),  
224017, г. Брест, ул. Московская, д.267*

Развитие логистических систем, их потенциала, расширение товарных рынков определило научный интерес в данной области исследования и изменило суть, цели, приоритеты межрегионального экономического сотрудничества, оказывающего несомненное влияние на формирование конкурентоспособности территории.

*Ключевые слова:* конкурентоспособность региона, классификационные признаки, логистический потенциал, территория.

## LOGISTIC POTENTIAL AS A FACTOR FOR FORMING COMPETITIVENESS OF THE REGION

S.F.Kugan

*Brest State Technical University (BSTU), 224017, Brest, str. Moscow 267*

The development of logistics systems, their potential, and the expansion of product markets determined the scientific interest in this field of research and changed the essence, goals, and priorities of interregional economic cooperation, which has an undeniable impact on the formation of competitiveness of the territory.

*Keywords:* regional competitiveness, classification features, logistic potential, territory.

Происходящая глобализация и интеграция экономических процессов повлекли за собой трансформацию мировой экономической системы в сервисную экономику определив приоритетность интересов потребителя, что послужило своеобразным толчком в 60–70 годах XX века к развитию научного направления, отражающего организацию и осуществление потоковых процессов [1, 2]. В условиях глобальной экономической нестабильности на первое место выходит процесс совершенствования условий ведения деятельности по обеспечению логистических процессов, а также исследование факторов, оказывающих влияние на конкурентоспособность территорий. Пути повышения конкурентоспособности регионов в условиях современного рынка определяются повышением качества производимой продукции, снижением цен на логистические услуги, внедрением инновационных технологических процессов, поиском новых возможностей в направлении снижения затратных механизмов, внедрения ресурсо- и энергосберегающих технологий.

Имеющееся научное обеспечение в виде теорий общего экономического равновесия, воспроизводства, международной торговли и экономической интеграции и т.д. послужило основой для исследования условий и факторов формирования и развития потенциала логистических систем регионов, как одного из направлений развития конкурентоспособности терри-

торий. Теория общего экономического равновесия, предложенная основоположником современного макроэкономического моделирования Л. Вальрасом, отражает мировую экономику как совокупность двух подсистем: собственников факторов производства и предпринимателей, реализующих социально-экономические отношения и связи.

С точки зрения исследования потенциала региона предложенное равновесное состояние рынков означает реализацию взаимозависимости рыночных цен в едином экономическом пространстве в условиях ограниченности ресурсов. Изучение различных интерпретаций теории воспроизводства позволило выделить основную идею: для решения проблемы реализации и создания предпосылок воспроизводства необходимо, чтобы в экономике существовали определенные пропорции развития сфер и отраслей. Т.к. современные теории экономического роста основываются на постулатах теории воспроизводства, то возникшие впоследствии научные направления: неокейнсианство (Р. Харрод, Э. Домар), неоклассическая экономическая теория (Р. Солоу, Дж. Мид) и пр. рассматривали поведенческие модели, позволяющие моделировать состояние рыночных систем в условиях устойчивого экономического роста и определять условия повышения их конкурентоспособности.

<sup>1</sup>Куган Светлана Федоровна - кандидат экономических наук, доцент, заместитель декана экономического факультета, тел.: +37516232-17-25, e-mail: sfkugan@mail.ru

Теория международной торговли дает представление о том, чем определяются направления внешнеторговых потоков, поэтому с этой точки зрения исследование логистического потенциала опирается на утверждение, что развитие страновых специализаций позволяет добиться повышения уровня конкурентоспособности территорий и благосостояния их населения за счет повышения производительности и наращивания объемов конкурентных товаров и услуг. Кроме того, существует ряд направлений в рамках теории экономической интеграции, которые оценивают механизм интеграции через призму результативности международного взаимодействия: ранний неолиберализм, корпорационализм и др. С. Ю. Солодовников и Ю. В. Мелешко относят экономическую интеграцию к способу «коллективного протекционизма от третьих стран» [3, с. 3]. Опираясь на основные положения теории международной торговли и учитывая положительный опыт реализованных моделей европейской интеграции (Европейский Союз) в настоящее время наблюдается активное распространение интеграционных процессов на другие страны и регионы. Расширение границ международной экономической интеграции изменило не только ее характеристики, но и определило основные направления дальнейшего развития: формирование свободных экономических зон (зон свободной торговли), образование таможенных и экономических союзов, перемещение товаров через границы государств по упрощенной схеме, свободное движение капиталов и трудовых ресурсов.

Опираясь на имеющиеся на сегодняшний день теории и общепринятые положения, представляется возможным рассматривать логистический потенциал, оказывающий влияние на развитие и конкурентоспособность региона, как объект исследования, т.к. эти теории не дают оснований для прикладных, локальных и региональных оценок, учитывающих особенности исследуемых территорий. Принимая во внимание, что потоки логистической системы региона, их интенсивность, направленность, наполняемость, структурные особенности формируют логистический потенциал территории, представляется возможным проводить исследование с учетом факторов, оказывающих влияние как на сам потенциал, так и на существующие в логистике региона потоковые процессы. При этом перемещение материального и сопутствующих потоков, с учетом заложенного в их движение потенциала, напрямую зависит от степени взаимодействия объектов логистической системы региона и наличия между ними соответствующих связей.

Структура логистического потенциала представляет собой набор составных элементов, ориентированных на развитие транспортной, инфраструктурной, таможенной, кадровой и пр. систем региона. Данная совокупность характеризует не только инфраструктурный комплекс логистики и субъектов логистического рынка региона, но и логистические процессы, протекающие в нем, их уровень и качество. Обращая внимание на историю исследования категории «логистический потенциал» необходимо отметить, что изначально потенциал, являющийся качественной и количественной характеристикой, рассматривался только в контексте предприятия и лишь позднее стал дополнять оценку регионов и национальной экономики. В начале 70-х годов рассмотрение логистического потенциала проводилось в рамках исследования возможности экономии затрат за счет создания единой системы управления материальными ценностями [4] и подразумевало «оптимизацию структуры ресурсов и рационального их использования для достижения поставленной цели» [5].

Дальнейшее исследование условий, способствующих формированию конкурентных преимуществ предприятий и территорий, на которых они расположены, потребовало изучения факторов, оказывающих влияние на формирование логистического потенциала регионов [6]. Исследования межрегиональных экономических отношений конца XX – начала XXI веков нашли отражение в трудах П.С. Завьялова [7], Ю.Ф. Кормного [8], Л.А. Родиной [9], Ю.В. Шишкова [10] и др. Характеризуя международное и межрегиональное сотрудничество как долгосрочные экономические отношения между субъектами экономик различных стран и регионов, ученые отмечали, что научно обоснованная диверсификация (при необходимости и концентрация) производства на определенных территориях повышает эффективность функционирования региональной экономической системы, повышая тем самым ее конкурентоспособность. В отдельных случаях более совершенное управление логистическими потоками позволяет повысить и эффективность использования потенциала системы. Все это стало началом формирования теоретических и методологических основ исследования принципов и факторов развития логистического потенциала региона, а также его анализа и оценки [11, 11]. В имеющихся работах [13, 14, 15, 16] исследование потенциала логистики осуществлялось через анализ причинно-следственных связей, позволяющих выявить взаимосвязь между логистическим потенциалом территории и факторами, оказывающими влияние на процесс его формирования (геополитический, экономиче-



ский, социальный, методологический). Вместе с тем, современная логистическая практика, последние мировые экономические тенденции определили необходимость оценки логистического потенциала территории с учетом влияния на него факторов определенной группы, представляемой как совокупные возможности системы управления логистикой исследуемого региона. Проектируя выбранную систему факторов на регион, представляется возможным получить реальную картину положения дел и перспектив развития логистического потенциала конкретной территории.

В большинстве исследований, рассматривающих потенциал территории с точки зрения логистики, основными показателями оценки выступают грузооборот и товарооборот транспорта, рассчитываемые путем суммирования объемов всех перевозок по исследуемой территории [11, 14]. По мнению О.А. Фрейдман [17] данный подход отражает только работу предприятий региона и не принимает во внимание объемы транзитных потоков. Кроме того, для более полной картины работы транспортных предприятий необходимо учитывать такие показатели, как цена перевозки, расстояния на которые транспортируются грузы, эффективность составленной карты маршрута и др.

Логистический потенциал, являясь интегрированным параметром логистической системы, отражает возможности реализации функций логистики, учитывающие факторы внешней среды, в которой происходит их реализация. Рассматривая развитие логистической системы как результат взаимодействия факторов микро-, мезо- и макро логистической среды необходимо учитывать тесную взаимосвязь элементов системы, имеющих не только количественную, но и качественную характеристику [16]. Логистическая система предприятия формирует материальные, финансовые и информационные потоки микроуровня [18, 19]. Структуру логистического потенциала на микроуровне составляют компоненты внутренней организационной среды, находящиеся под воздействием факторов присущих ближайшему внешнему окружению организации. На мезоуровне логистическая система способствует осуществлению целей предприятий и организаций в процессах формирования и реализации региональных и межрегиональных экономических потоков, которые представляют собой совокупность материальных (сырье, материалы), товарных, финансовых, информационных, трудовых, энергетических и других потоков. Поэтому состав логистического потенциала региона значительно шире и включает совокупность следующих потенциалов: географическо-

го, транспортного, транзитного, кадрового, складской инфраструктуры, таможенного, информационно-коммуникационного. Каждый из этих потенциалов формируется с учетом влияния факторов соответствующей группы. Макрологистическая система представляет собой крупную систему управления материальными потоками, охватывающую не только территориально-производственные комплексы, но и международные конгломераты (корпорации или финансово-промышленные группы), инфраструктуру экономики отдельной страны или группы стран, объединяющую потоки межгосударственного и мирового масштаба. Логистический потенциал этого уровня отражает возможности и ресурсы мировых трансконтинентальных систем в вопросе минимизации общих логистических издержек.

Исследование содержания понятия «логистический потенциал» позволило выделить несколько подходов к определению рассматриваемого понятия.

1. Потенциал как совокупность ресурсов:

- В. В. Борисова [4] представляет логистический потенциал как товарный обмен между организациями региона. Исследуя стоимостную составляющую понятия, автор исключает влияние потенциала на стратегическое развитие организаций региона;

- И.О. Проценко [20] определяет логистический потенциал как совокупность факторов, способствующих достижению только стратегических целей развития организации;

- Г.Х. Пфоль [21] рассматривает потенциал логистической системы как совокупность материальных и информационных потоков, уделяя определенное внимание важности экономического и управленческого аспектов в логистике;

- С.А. Уваров подразумевает под потенциалом сокращение логистических затрат за счет эффективного управления логистической инфраструктурой. «Логистическая инфраструктура является составляющей системы более высокого порядка – инфраструктуры соответствующих территориальных образований и, в конечном счете, инфраструктуры национальной экономики» [16]. Вводя термин «логистическая энвироника» и рассматривая энвиронику как прикладное дополнение к проектированию логистических систем региона, С.А. Уваров определяет приоритетность безопасности при реализации логистической деятельности;

- О.А. Фрейдман [17] представляет логистический потенциал как совокупность элементов, способов и средств логистической системы, а также факторов среды, связанных с ее функционированием, способных оказать эффективное воздействие на стратегию фирмы

или региона и отмечает, что в зависимости от смены уровня логистической системы можно выделить логистический потенциал фирмы и логистический потенциал региона.

2. Потенциал – результат деятельности логистической системы, ее потенциальные возможности:

- С.И. Гриценко [22] рассматривает логистический потенциал как способность развитой транспортной инфраструктуры обслуживать значительное количество международных транспортных сообщений, обеспечивая оптимальные пути транспортировки грузов и пассажиров;

- Н.П. Кузнецова [23] представляет логистический потенциал как способность использовать результаты инновационной деятельности экономических субъектов логистической системы региона. Однако, из предложенного автором перечня компонент логистического потенциала исключены складская инфраструктура и финансовая среда;

- Д. Сток, М. Портер [24, 25] исследовали потенциал как инструмент, используемый для разработки стратегии развития фирмы в рамках кластерных образований, что позволило рассмотреть понятие «логистический потенциал» наиболее широко с позиций участия предприятий в системе региональных и межрегиональных связей;

- И.И. Полещук [6] обращала внимание на тот факт, что логистический потенциал это результат реализации функций логистики в целом по стране, оцениваемый международными экспертами на основе общепризнанных индексов;

- И.В. Петенко [26] под логистическим потенциалом региона понимает способность осуществлять логистическую деятельность при минимальных затратах и с учетом имеющихся в распоряжении региона ресурсов. Он обратил внимание на тот факт, что развитие логистического потенциала территории возможно лишь после выявления проблемных зон и принятия корректирующих мер по их стабилизации.

Рассмотренные выше научные подходы к определению логистического потенциала по своей сути отражают его классификационные признаки. В ресурсном подходе используются количественные характеристики потенциала, в результативном – качественные. Учитывая мнения исследователей, хотелось бы выделить основную характеристику логистического потенциала – способность реализовывать через взаимодействие возможности субъектов логистической системы региона в достижении поставленных целей, повышая при этом конкурентоспособность территории.

В более широком понимании, логистический потенциал региона – это способность и возможность инфраструктурных комплексов и субъектов логистического рынка территории, осуществлять логистические процессы с учетом существующих рисков и под влиянием следующих факторов: уровня развития рынка логистических операторов; развитости транспортных и информационно-коммуникационных систем; научного и кадрового потенциала региона. Исходя из того, что взаимодействие элементов логистического потенциала региона приводит к возникновению его нового качественного уровня, представляется возможным говорить о влиянии логистической системы и ее потенциала на конкурентоспособность региона. Данное взаимодействие основывается на качественном своеобразии и приоритете структурных элементов логистического потенциала, что позволяет нам сформулировать авторское определение, отражающее способности и возможности потенциала.

Логистический потенциал региона – это совокупность реализованных, реализуемых и перспективных возможностей региона по созданию логистических систем и эффективному управлению материальными и сопутствующими потоками, позволяющих улучшить экономическое положение территории и повысить ее конкурентоспособность. Данное определение отражает основную характеристику логистического потенциала региона – использовать возможности, предоставляемые регионом в рамках своих логистических систем. Потенциал логистической системы отражает свойство взаимосвязанной целостности образующих ее подсистем влиять на экономическое развитие территорий и обуславливать рост ее конкурентоспособности.

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что интеграция процессов в экономике приводит к эффективной реализации концепции управления логистикой и определяет необходимость исследования ее потенциала. Разработка стратегии развития логистического потенциала региона должна базироваться на единой методике, учитывающей особенности социально-экономического развития территории и размещения ее производительных сил. Оценка потенциала логистики востребована в связи с развитием международных транзитных коридоров, в свете экономической привлекательности мультимодальных перевозок и поиска оптимальных вариантов функционирования региональных транспортных систем. Развитие комплексной логистики и консолидации логистического рынка приведет к перераспределению сервисных функций к компаниям, аккумулирующим ключевые компетенции в логистике.

В дальнейшем будут осуществляться различные стратегии развития логистики, нацеленные на повышение конкурентоспособности территорий и качественное преобразование логистических услуг. Перспективными направлениями развития логистики являются: дальнейшее формирование рыночного пространства логистических услуг; рост доли логистики на местном, региональном, республиканских уровнях; внедрение в сферу бизнеса новых логистических технологий, формирование необходимого для выхода на международный уровень логистического потенциала.

### Литература

1. Drucker, P. The economy's dark continent / P. Drucker. – Fortune, 1962. – 103 p.
2. Thai, V. Selecting the location of distribution operations / V. Thai, D. Grewal // Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics. – 2005. – Vol. 17, № 3. – P. 3–24.
3. Солодовников, С. Ю. Евразийская экономическая интеграция / С. Ю. Солодовников, Ю. В. Мелешко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя гуманітарных навук. – 2016. – № 3. – С. 121–126.
4. Борисова, В.В. Логистика межрегионального товарообмена: теория и методология : дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / В.В. Борисова. – Ростов н/Д, 2002. – 299 л.
5. Белых, С.А. Логистическое обеспечение агропромышленного комплекса региона : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.06 / С.А. Белых. – Ростов н/Д, 2000. – 189 л.
6. Полещук, И.И. Логистический потенциал Беларуси: его оценка и использование / И.И. Полещук // Белорусский экономический журнал. 2013. – № 3. – С. 87–97.
7. Завьялов, П.С. Проблемы международной конкурентоспособности товаропроизводителей и пути их решения / П.С. Завьялов // Маркетинг. – 2001. – №5. – С. 21–32.
8. Кормнов, Ю.Ф. Государственно-частное партнерство в российской экономике / Ю.Ф. Кормнов // Экономика XXI века. – 2007. – №9. – С. 53–65.
9. Родина, Л.А. Формирование модели информационного обеспечения управленческой деятельности: монография / Л.А. Родина. – СПб, 2004. – 229 с.
10. Шишков, Ю.В. Интеграционные процессы на пороге XXI века. Почему не интегрируются страны СНГ / Ю.В. Шишков. – М. : III тысячелетие, 2001. – 480 с.
11. Баскакова, А.А. Параметры оценки логистического потенциала территории / А.А. Баскакова // Логистика, инновации, менеджмент в современной бизнес-среде : сб. науч. тр. / Сарат. гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю.А. ; редкол. В.Н. Клочков (отв.) [и др.]. – Саратов, 2013. – С. 24–25.
12. Кузнецов, М.М. Понятийные особенности логистической инфраструктуры в системе внешнеторговых отношений / М.М. Кузнецов // Ученые записки Таврического нац. ун-та имени В.И. Вернадского. Серия: Экономика и управление. – 2012. – № 25 (64). – С. 80–88.
13. Белякова, Е.В. Логистический паспорт территории / Е.В. Белякова, А.В. Самарцева // Логистические системы в глобальной экономике : материалы междунауч.-практ. конф., Красноярск, 14–15 мар. 2013 г. : в 2 ч. / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т ; редкол.: Ю.Ю. Логинов [и др.] – Красноярск, 2013. – Ч.1. – С.57–61.
14. Ли Чон Ку. О методах оценки транспортно-логистического потенциала региона / Ли Чон Ку, В.А. Лазута // Проблемы современной экономики : глобальный, национальный и региональный контекст : сб. науч. ст. в 2 ч. Ч. 2 / Гродненский гос. ун-т им. Я. Купаль; ред. коллегия: А.Л. Белоусов, В.С. Фатеев, Д. В. Примшиц [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2012. – С. 231–236.
15. Рожко, О.Н. Оценка логистического потенциала региона / О.Н. Рожко // Вестник экономики, права и социологии. – 2015. – № 3. – С. 72–75.
16. Уваров, С.А. Управление логистической инфраструктурой: проблемы становления и развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [yuzhno-sakh.ru/files/prodresyrs/logist/doklad\\_2\\_yvarov.doc](http://yuzhno-sakh.ru/files/prodresyrs/logist/doklad_2_yvarov.doc). – Дата доступа: 16.10.2019.
17. Фрейдман, О.А. Анализ логистического потенциала региона / О.А. Фрейдман. – Иркутск : ИрГУПС, 2013. – 164 с.
18. Стаханов, В.Н. Промышленная логистика: учеб. пособие / В.Н. Стаханов, С.Н. Тамбовцев. – 2-е изд., перераб. – М. : ПРИОР, 2000. – 96 с.
19. Степанов, В.И. Логистика: учебник / В.И. Степанов. – М. : Издательство Проспект, 2007. – 488 с.
20. Проценко И.О. Формирование и реализация потенциала стратегической логистики : дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / И.О. Проценко. СПб. 2006. – 274 л.
21. Pfohl, H.-Ch. Logistiksysteme: betriebswirtschaftliche Grundlage / H.-Ch. Pfohl. – Berlin Heidelberg – New York – Paris – Tokyo Hong Kong – Barselona : Springer, 1990. – 232 p.
22. Гриценко, С.И. О развитии транспортно-логистических кластеров в Украине / С.И. Гриценко // Российское предпринимательство. – 2008. – Том 9. – № 5. – С. 134–137.
23. Кузнецова, Н.П. Логистический потенциал как фактор инновационного развития региона / Н.П. Кузнецова // Вестник ОрелГИЭТ. – 2012. – № 1. – С. 73–80.
24. Сток, Дж.Р. Стратегическое управление логистикой / Дж.Р. Сток, Д.М. Ламберт М. : ИНФРА-М, 2005. – 797 с.
25. Porter, M. Knowledge-Based Clusters and National Competitive Advantage / M. Porter // Presentation to Technopolis. – September 12 (1997), Ottawa.
26. Петенко, И.В. Логистический потенциал коммерческого посредничества / И.В. Петенко, С.М. Исиков // Наукові праці ДонНТУ. Серія: економічна. – 2004. – № 80. – С. 88–93.

# ЭКОНОМИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ СТИМУЛИРОВАНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ «ЗЕЛЕННЫХ» ИНВЕСТИЦИЙ

Е.А. Боркова<sup>1</sup>

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21*

В последние годы в мире теме «зеленых» инвестиций уделяется огромное внимание, набирает популярность она и в России. С каждым годом глобальный рынок все больше включается в процесс устойчивого развития и ответственных инвестиций, учитывающие факторы экологии, социального благополучия и гуманного корпоративного управления. Россия находится в самом начале пути следования этому мировому тренду. «Зеленые» инвестиции имеют огромный потенциал для устойчивого развития, но для его использование нужен механизм управления подобными инвестициями. Этот механизм должен быть имплементирован в государственную экономическую политику. Для обеспечения ее результативности необходимо понять и проследить мотивы, побуждающие людей к ответственным инвестициям с тем, чтобы принимать соответствующие политические решения. В исследовании изучены ключевые мотивы, побуждающие людей к ответственным инвестициям, способствующие достижению сбалансированного развития страны в рамках достижения Целей устойчивого развития.

*Ключевые слова:* экономическая политика, «зеленые» инвестиции, факторы ответственного инвестирования, устойчивое развитие, склонность к инвестированию.

## ECONOMIC AND PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF THE STATE POLICY OF STIMULATING RESPONSIBLE GREEN INVESTMENTS

E. A. Borkova

*St. Petersburg State University of Economics (SPbGEU), 191023, Saint-Petersburg, Sadovaya st., 21*

In recent years, the world has paid great attention to the topic of "green" investments, and it is gaining popularity in Russia. Every year, the global market is becoming increasingly involved in the process of sustainable development and responsible investment, considering environmental factors, social well-being and humane corporate governance. Russia is at the very beginning of the path to this global trend. Green investments have great potential for sustainable development, but its use requires a mechanism for managing such investments. This mechanism should be implemented in state economic policy. To ensure its effectiveness, it is necessary to understand and trace the motives that encourage people to make responsible investments in order to make appropriate political decisions. The study examined the key motives that encourage people to make responsible investments, contributing to the achievement of a balanced development of the country in the framework of achieving the Sustainable Development Goals.

*Keywords:* economic policy, "green" investments, factors of responsible investment, sustainable development, propensity to invest.

### Введение

Устойчивое развитие (sustainable development) и развитие «зеленой» экономики (green economy) – сравнительно новые тренды экономической политики в мире и в России [1, 2, 3 и др.]. Их появление вызвано необходимостью решения комплекса проблем, обусловленных несбалансированностью социо-эколого-экономического развития. Безусловно, развивать «зеленую» экономику нельзя без начальной стадии этого процесса – «зеленых» инвестиций. В этой связи, неудивительно, что в последние годы в мире теме «зеленых» инвестиций уделяется огромное внимание, набирает популярность она и в России.

Оценки показывают, что «зеленые» инвестиции имеют огромный потенциал для обеспечения достижения Целей устойчивого развития (ЦУР) [4, 5, 6 и др.], но для их привлечения и осуществления нужен действенный механизм управления подобными инвестициями. Этот механизм должен быть имплементирован в государственную экономическую политику. В то же время, для обеспечения ее результативности необходимо выявить мотивы, побуждающие людей (инвесторов) к ответственным инвестициям, с тем чтобы принимать соответствующие политические решения, направленные на задействование этих мотивов.

<sup>1</sup>Елена Аркадьевна Боркова – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры общей экономической теории и истории экономической мысли СПбГЭУ, e-mail: e.borkova@mail.ru.

Целью статьи является изучение мотивов, побуждающих людей к ответственным инвестициям, способствующих достижению сбалансированного развития страны в рамках достижения ЦУР, а также разработка предложения по учету этих мотивов в государственной экономической политике.

### «Зеленые» инвестиции: сущность и динамика

Во всем мире именно частные владельцы крупного капитала находятся в авангарде конструирования будущего, осуществляя инвестиционные вложения в те или иные области, которые определяют вектора развития экономики и общества в целом в ближайшие десятилетия. Следует отметить, что сегодня все чаще инвесторы проявляют заинтересованность в создании систем устойчивого развития, инновациях, решениях, которые на фоне меняющегося мира могут быть полезны для общества. И они готовы вкладывать существенные интеллектуальные и материальные ресурсы в проекты, отвечающие глобальным Целям устойчивого развития, принятым ООН. Так, по данным одного из крупнейших швейцарских банков – UBS, сегодня в мире 39% клиентов private

banking уже имеют практику ответственного инвестирования [7].

Российские инвесторы также постепенно перенимают эту линию поведения, избирательно относясь к объектам инвестиций, «отсеивая» те проекты, которые игнорируют бережное отношение к окружающей среде. И наоборот, поощряя компании, которые, скажем, развивают технологии использования возобновляемых природных ресурсов и источников энергии, занимаются медицинскими исследованиями, гуманно относятся к своему персоналу и пр. Следует отметить, что такое поведение инвесторов требует нового подхода к оценке эффективности инвестиций. Горизонты инвестирования в данном случае могут быть другие. Как правило, ответственное финансирование (в том числе «зеленое») предполагает долгосрочные консервативные вложения, которые принесут дивиденды, возможно, уже будущим поколениям в семейном бизнесе [8, 9, 10].

Согласно данным аналитической компании PwC [11], которая провела исследование в области ответственного «зеленого» инвестирования, было выявлено, что сегодня является важным для компании и инвесторов (рис. 1).



Рисунок 1 – Наиболее важные факторы для ответственного инвестирования. Источник: [11].

Инвестирование в активы компаний, которые включают в свои стратегии факторы ESG (факторы окружающей среды, социальные факторы и факторы управления), как показывает мировая практика, более надежно. Бизнес, по-

строенный на моделях ответственного финансирования, как правило, показывает лучшую динамику развития. Критерии ESG сегодня широко используются при скоринге компаний финансовыми институтами и рейтинговыми агентствами. Это очень сильно отражается на стоимости самих компаний и

эмитируемых ими ценных бумаг. Порядка 60% в стоимости брендов, входящих в S&P 500, приходится на нематериальные активы. Иными словами, эта составляющая – репутация. Связь очень простая: если ты не соблюдаешь «зеленые» правила, не являешься ответственным, не заботишься об экологии, то теряешь деньги.

Основным препятствием для использования передового мирового опыта ответственных «зеленых» финансов является отсутствие информации. В ходе опроса, проведенного UBS в рамках своих исследований, 72% инвесторов признались, что не имеют опыта вложений в экологические и социальные проекты по той причине, что просто не понимают, что значит «ответственно инвестировать». Из них, в свою очередь, 57% инвесторов указали, что при наличии внятной информации о соответствующих стратегиях и инструментах они готовы их рассматривать. То есть, эта численная величина и есть потенциал роста.

На портале ЕЕ-АоА представлены 675 докладов, затрагивающих те или иные аспекты «зеленой» экономики и ресурсоэффективности, однако к настоящему моменту не подготовлено ни одной комплексной оценки, в которой в едином увязанном виде рассматривались бы все соответствующие аспекты. В 2017 Британская инвестиционная компания Schroders провела исследование среди 22 тыс. инвесторов по всему миру [12]. Одной из ключевых тем исследования было устойчивое инвестирование. Убеждения инвесторов меняются: большинство из них все больше задумываются об устойчивом инвестировании. 78% инвесторов говорят, что устойчивое инвестирование стало более значимо для них, чем 5 лет назад.

#### Экономико-психологические аспекты «зеленых» инвестиций

На динамику в развитии отношения людей к «зеленым» инвестициям мы хотели бы обратить особое внимание. В последнее время мы наблюдаем, что за штурвал семейных финансовых империй встают наследники миллениалы, которые уже воспитаны на принципах устойчивого развития и идеях сохранения экологичного мира. Поэтому растет веро-

ятность того, что масштабы ответственного инвестирования в ближайшем десятилетии существенно увеличатся (рис. 2).

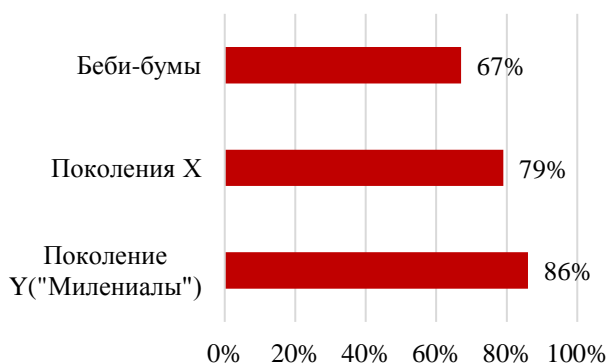


Рисунок 2 – Склонность к ответственному инвестированию по поколениям. Источник: [12]

Согласно исследованию инвесторов Schroders 2017 года, наиболее важный вопрос, который интересует опрошенных инвесторов, это – потенциальное позитивное воздействие от вложенных инвестиций, причем 2/3 инвесторов увеличили объем устойчивых инвестиций за последние 5 лет, а 42% опрошенных по всему миру часто инвестируют в фонды устойчивого развития. Однако Global Investor Survey признает, что в своем анализе сталкивается с противоречивыми данными, анализируя поведение более 22 тыс. инвесторов по всему миру, что есть противоречия между тем, что люди думают о своих инвестициях и как они на самом деле принимают решения.

Это отражено на рисунке 3. В нем принята шкала от 0 до 10. «0» обозначает отсутствие влияния, «10» – полное (исключительно высокое) влияние эмоций на финансовые решения. Очевидно, что выявленные и отраженные на рисунке факторы следует шире использовать в экономической политике, через активизацию ее информационно-пропагандистского сопровождения, продвижение ценностей, связанных с ЦУР и «зеленой» экономикой.

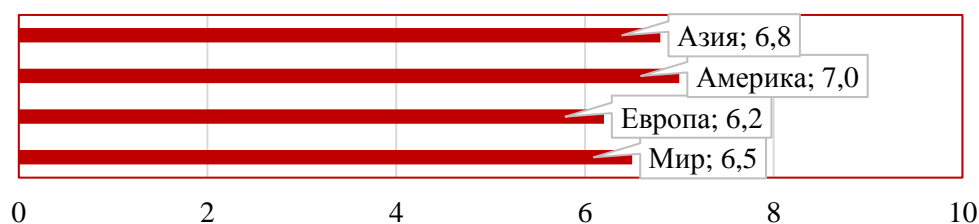


Рисунок 3 – Влияние эмоций на финансовые решения. Источник: [12].

По мнению Global Investor Survey, эмоции играют значительную роль в финансовых решениях инвесторов. Когда просили оценить по шкале от 0 (совсем нет) до 10 (только влияние) то, насколько сильно эмоции оказывают влияние на решение об инвестировании, глобальный средний балл оказался равен 6,5 что указывает на то, что эмоции оказывают значительное влияние. Мы бы даже сказали, что определяющее.

Америка в этом плане оказалась самой эмоциональной, ее балл был самым высоким, в среднем 7,0, затем идет Азия (6,8) и, наконец, Европа (6,2). Данные по Азии оказались противоречивыми, среди опрошенных много тех, кто очень эмоционален в принятии решения об инвестициях (например, Индонезия – 8,1), с одной стороны, и, с другой стороны, в некоторых странах вклад эмоциональности, напротив, очень низок (например, Япония – 5,0).

Интересно отметить, что существует лишь небольшое изменение в данных о влиянии эмоциональности по поколениям. Миллениалы в этой группе, тем не менее, показали самый высокий уровень влияния эмоций на принятие финансовых решений (рисунок 4).



Рисунок 4 – Влияние эмоций на принятие решений по возрастам. Источник: [12].

Мы относим этот эффект на изменение мировоззрения в направлении его большей экологичности. В этой связи, можно отметить по-

ложительный эффект для развития ответственного инвестирования экологически ориентированного, «зеленого» образования и воспитания. Следовательно, в проводимой государственной образовательной политике целесообразно сделать акцент на этом вопросе.

Заметим, что хоть эмоции и оказывают влияние на принятие решений, тем не менее в настоящее время существует большой спрос общества на «инвестиционное образование» (таблица 1). По данным Global Investor Study, 88% людей в мире чувствуют необходимость пополнить свои знания в области инвестиций, причем именно больше хотят узнать о социально-ответственных «зеленых» инвестициях (31%), об налогообложении в сфере инвестирования (31%) и о видах инвестиционных активов (27%). Самые уверенные в своих знаниях, это – респонденты из Нидерландов, где 32% не чувствуют необходимости улучшения своих знаний в области «зеленых» инвестиций, 25% людей из Бельгии считают так же.

Противоположная ситуация наблюдается в странах Азии, здесь только 5% людей не нуждаются в пополнении своих знаний, в Китае и Южной Корее 97% людей чувствуют необходимость в улучшении своего понимания инвестиций, за ним следуют Индия, Индонезия и Таиланд – 96%. По мнению автора, в России также остро ощущается необходимость развития финансовой грамотности населения [13, 14]; при этом, в этих программы обучения и просвещения (а ими затрагиваются не только студенты, но и школьники) следует расширить блоки вопросов, связанных с «зеленым» инвестициям. По мнению автора, это будет способствовать прогрессу России в развитии «зеленых» инвестиций, а также «зеленых» финансов и «зеленой» экономики в целом.

Таблица 1 – Отношение населения к «инвестиционному образованию»

Страны	Я не чувствую необходимости улучшить свои знания	Основные способы инвестирования	Налогообложение в сфере инвестиций	Классы активов и их место в инвестиционном портфеле	Затраты на инвестирование / понимание сборов	Социально-ответственные инвестиции
Северная и Южная Америка	10%	26%	32%	27%	28%	34%
Азия	5%	28%	28%	33%	28%	37%
Европа	16%	21%	32%	22%	25%	27%
Австралия	18%	19%	32%	24%	23%	26%
Южная Африка	9%	20%	49%	33%	30%	33%
ОАЭ	6%	29%	27%	30%	26%	36%

Источник: [12].

### Заключение

Анализ показывает, что инвесторы в своем стремлении инвестировать все чаще отдают предпочтение компаниям, учитывающим экологические риски, показывающим более устойчивое развитие с учетом экологических, социальных практик корпоративного управления. Объем активов, в управлении которыми учитываются ESG-критерии, ежегодно растет. В 2018 году он составлял, по данным Глобального альянса устойчивых инвестиций (GSIA), \$30,7 трлн, увеличившись с 2016 года на 34% [15].

Социально ответственное инвестирование появилось в результате осознания влияния бизнеса на окружающую среду и общество, а также осознания того, что это воздействие должно быть ответственным [16]. Понимая последствия подобного влияния, бизнес должен осуществить переход к учету социальных, экологических, управленческих факторов в инвестиционных проектах и развивать систему «зеленых» инвестиций.

О российской практике в рассмотренном вопросе пока говорить рано. Бизнес, равно как и другие заинтересованные институты, находится в начале пути развития сегмента ответственного «зеленого» инвестирования [17]. В то же время, это «нахождение в начале пути» позволяет учесть опыт зарубежных стран и не повторять тех ошибок, которые они совершали.

В рамках проведенного исследования мы бы хотели обратить внимание на два основных аспекта. Во-первых, полагаться на «рыночную стихию» в столь важном и ответственном вопросе не следует. Необходимо проведение активной государственной политики развития «зеленой» экономики в целом и «зеленого» инвестирования – в частности. Во-вторых, результативность этой политики существенно зависит от экономико-психологических факторов, поэтому они требуют первоочередного учета и активного формирования со стороны государства инструментами информационной и образовательной политики.

### Литература

1. Багиев Г.Л., Черенков В.И., Черенкова Н.И. Маркетинг для реализации концепции устойчивого развития: сущность и терминологическая парадигма // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2018. № 4 (112). С. 139-152.
2. Казанцева А.Н. Эко-инновации как инструмент перехода к устойчивому развитию // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2015. № 4 (94). С. 86-90.
3. Vertakova Y.V., Plotnikov V.A. The Integrated Approach to Sustainable Development: The Case of Energy Efficiency and Solid Waste Management // International Journal of Energy Economics and Policy. 2019. Vol. 9. No 4. P. 194-201.
4. Боркова Е.А. Политика устойчивого развития и управление «зеленым» ростом // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2020. № 1 (121). С. 16-22.
5. Зеленая экономика и зеленые финансы / под ред. Б.Н. Порфирьева. СПб.: Изд-во «МБИ», 2018. 327 с.
6. Vertakova Y., Plotnikov V. Problems of sustainable development worldwide and public policies for green economy // Economic Annals XXI. 2017. Vol. 166 (78). P. 4-10.
7. Тюрикова Е. У сферы ответственного финансирования огромный потенциал. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://plus.rbc.ru/news/5cf5a3837a8aa95cb4004637>.
8. Боркова Е.А. Использование динамической модели оценки инвестиционного климата в управлении инвестиционными процессами // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. 2013. № 5 (64). С. 19-24.
9. Боркова Е.А., Тимченко М.Н., Маркова А.А. Инвестиции в зеленые технологии как инструмент экономического роста России // Бизнес. Образование. Право. 2019. № 3 (48). С. 87-91.
10. Казанцева А.Н. Вопросы разработки и реализации государственной политики в сфере производства и обращения экологически чистой продукции // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. 2018. № 2 (36). С. 16-20.
11. PwC. ESG for AWM. 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.pwc.com/gx/en/services/sustainability/publications/responsible-investment.html>.
12. Global Investor Study 2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.schroders.com/en/sysglobalassets/digital/insights/2017/pdf/global-investor-study-2017/theme2/schroders\\_report-2\\_\\_eng\\_master.pdf](https://www.schroders.com/en/sysglobalassets/digital/insights/2017/pdf/global-investor-study-2017/theme2/schroders_report-2__eng_master.pdf).
13. Евстафьева И.Ю., Иванова Н.Г. Проекты повышения финансовой грамотности и развития инициативного бюджетирования: обзор материалов панельной дискуссии // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2019. № 5-2 (119). С. 109-113.
14. Евстафьева И.Ю., Иванова Н.Г., Шубаева В.Г. Разработка концепции программы повышения финансовой грамотности и развития инициативного бюджетирования в Санкт-Петербурге // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2018. № 2 (110). С. 37-43.
15. Решения G20 не должны приниматься без учета социальных последствий. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.hse.ru/news/3018160/85816989.html>.
16. Деньги в ответе. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://plus.rbc.ru/news/5cf8992f7a8aa97ab281d5cc>.
17. Зеленые финансы: повестка дня для России: диагностическая записка / Экспертный совет по рынку долгосрочных инвестиций при Банке России. Москва, октябрь 2018. 63 с.



## ABSTRACTS OF THE ARTICLES

УДК 614:378.016

### ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА БАЗЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Г.В. Лепеш<sup>1</sup>

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21*

Рассмотрены аспекты, связанные с содержанием компетенций, формируемым на основе дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». В результате анализа содержания и объема дисциплины разработана концепция формирования культуры безопасности на основе создания комплексной инновационной площадки, обеспечивающей расширение содержания компетенций при разработке компетентностных моделей выпускников вузов.

*Ключевые слова:* Безопасность жизнедеятельности, культура безопасности, компетенция, инновационная площадка, направленность подготовки, профили, Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования.

### FORMATION OF A CULTURE OF LIFE SAFETY ON THE BASIS OF EDUCATIONAL PROGRAMS OF FEDERAL STATE EDUCATIONAL STANDARDS OF HIGHER EDUCATION

G.V. Lepesh

*St. Petersburg State Economic University (SPbGEU), 191023, St. Petersburg, Sadovaya str., 21*

Aspects related to the content of competencies formed on the basis of the discipline "life Safety" are considered. The analysis of the content and scope of the discipline developed the concept of creating a culture of safety through the establishment of integrated innovation platforms that strengthen content competencies in the development of competence models of graduates.

*Keywords:* life Safety, safety culture, competence, innovation platform, training areas, profiles, Federal state educational standard of higher education.

#### **References**

1. Bocharov A.V. the Role of the discipline "Safety of life" in the formation of students ' safety culture. // Physical education and sports training. - No. 3 (21). - 2017. - Pp. 114-119
2. Resolution Of the government of the Russian Federation of September 4, 2003 No. 547 "on training the population in the field of protection from natural and technological emergencies". URL: <http://kaz.docdat.com/docs/index-102322.html> (accessed 08.01.2020)
3. Organizational and methodological guidelines for training the population of the Russian Federation in the field of civil defense, protection from emergency situations and safety of people on water bodies for 2016-2020. Ministry of the Russian Federation for civil defense, emergency situations and disaster response. Letter No. 43-5413-11 dated 12 November 2015
4. Lepesh G. V. " energy Efficiency as a basis for life safety in the technosphere. / Technical and technological problems of the service. No. 2(36), 2016. Pp. 3 – 5
5. Fundamentals of state policy in the field of ensuring the safety of the population of the Russian Federation and the protection of critical and potentially dangerous objects from threats of natural, man-made nature and terrorist acts for the period up to 2020 (UTV. President of the Russian Federation on November 15, 2011 no. PR-3400) GARANT.RU: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70041358/#ixzz6CVLYRSOW> (accessed 08.01.2020)
6. Fundamentals of state policy in the field of industrial safety in the Russian Federation for the period up to 2025 and beyond. URL: <http://www.gosnadzor.ru/public/discussion/2025/> (accessed 08.01.2020)
7. Tsvileneva N. Yu. The place of the discipline "Safety of life" in the educational programs of the Federal state educational standards of higher education. // International scientific journal "Symbol of science". - No. 7. - 2015. Pp. 172 – 174.

### ESTIMATION OF FREEWHEEL MECHANISMS AS SERVICE OBJECTS

O.V.Sharkov, S.I. Korjagin, M.V. Patrikeev

*The Baltic federal university of Immanuel Kant (BFU of Kant), 236041, Kaliningrad, st. A. Nevsky, 14;*

The results of comparing the engineering level of freewheel mechanisms with cylindrical and eccentric wedging elements of foreign manufacturers are presented. The coefficients of relative diameter and mass are proposed as comparison criteria. It is shown that for different types of freewheel mechanisms the coefficient of relative diameter has a qualitative and quantitative coincidence.

*Keywords:* freewheel mechanism, engineering level, service, technological equipment.

#### **References**

1. Orthwein W. C. Clutches and brakes: design and se-lection. – New York: Marcel Dekker, 2004. – 330 p.
2. Ryakhovsky O. A., Ivanov S. S. Handbook of muf-Tam-Leningrad: Polytechnic, 1991. – 384 p.

3. Arkhangelsk G. V., Arkhangelsk A. G. Roller mechanisms of free running. - Odessa: Science and technology, 2009. - 92 p.
4. Sharkov O. V., Koryagin S. I. Operational reliability of free-wheel mechanisms in a pulsed variable-speed drive // Russian Engineering Research. - 2017. – Vol. 37. - No. 1. - Pp. 9-12.
5. Ivanov A. S., Ermolaev M. M., Kuralina N. N., Se-Dova L. A. Design of free-running gear couplings // Vestnik mashinostroeniya. - 2014. - No. 10. - Pp. 3-7.
6. Blagonravov, A. A., Resnekov E. N. The mechanisms of free running pulsed continuously variable transmission // Automotive industry. - 2008. - No. 6. - Pp. 16-18.
7. Kropp A. E. New overrunning clutches and their applications // Bulletin of engineering. - 2005. - No. 6. - P. 8.-12.
8. Abdullaev, A. I., Najafov, A. M. Qualitative assessment of the technical level. Batch reducer // the mechanical engineering Bulletin. - 2008. – No. 12. - Pp. 6-9.
9. Martirosov A. G., Krupsky V. I. The choice of a progressive drive for motor-tractor starters of increased power // VI all-Union scientific and technical conference on controlled and automatic mechanical drives and flexible communication transmissions: a collection of abstracts. - Odessa, 1980. - Pp. 220-221.
10. Lvovsky E. N. Statistical methods for constructing empirical formulas. - Moscow: Higher school, 1988. – 224 p.
11. Habrat N. And. The force interaction of the parts in roller overrunning clutch // Vestnik of machine-building. - 2011. - No. 7. - Pp. 33-37.
12. Zolotov I. A., Sharkov O. V. Analysis of the stress-strain state of the external cage of roller mechanisms of free running. Izvestiya vuzov. Engineering. - 2013. - No. 10. - Pp. 36-41. doi:10.18698/0536-1044-2013-10-36-41

### **PUMPING OUT DRAINS WITH A VACUUM MACHINE**

N.L. Velikanov, V.A. Naumov, S.I. Koryagin

*The Baltic federal university of Immanuel Kant (BFU of Kant), 236041, Kaliningrad, st. A. Nevsky, 14;  
Kaliningrad State Technical University (KSTU), 236000, Kaliningrad, Sovetsky Ave., 1*

A mathematical model of the process of pumping out drains by a vacuum machine is given. Simulation processes are considered using the example of a vacuum tank car.

A system of differential equations describing the operation of the plant is proposed, consisting of equations for pumping air out of the tank, the movement of the liquid along the sleeve, and the balance of the liquid in tank car.

The dependence of the diameter of the hose from the generalized Reynolds numbers, the diameter of the hose from changes in the volume of water in tank car, the absolute pressure in the tank and the generalized Reynolds number time suction values at different moisture drains, the speed of movement of the fluid in the hose, the volume of water in the tank at different values of humidity.

*Keywords:* hydraulic losses, vacuum pump, runoff humidity, non-Newtonian liquid

#### **References**

1. Chelyabinsk machine-building plant. Vacuum tank truck on the chassis of KAMAZ 43118 [Electronic resource]. - URL: <https://chmz.org/produktsiya/element/mv-10-kamaz-43118/> (date of request: 31.01.2019).
2. Velikanov N. L., Naumov V. A. Dynamic characteristics of vacuum pumps and compressor sets for fish-pumping plants. – 2019. - No. 1. - Pp. 79-83.
3. Naumov V. A. the Mechanics of the motion of inhomogeneous media: a textbook. - Kaliningrad, 2005. - 125 p.
4. Velikanov N. L., Naumov V. A. Compressor machines of vacuum fish pumps // Fish farming. - 2018. - No. 6. - Pp. 78-81.
5. Giants N. L., Naumov, V. A. Modeling of the characteristics of liquid ring vacuum pumps // proceedings of the universities. Engineering. – 2019. - No. 10. - Pp. 70-77.
6. Zverev V. A., A. V. Gulyakin Abnormal method of reducing the hydraulic resistance of deposits // Vologdin readings. - 2012. - No. 80. - Pp. 154-156.
7. Ryabinin M. V., Trukhanov K. A. Method for determining friction losses in a hydraulically smooth pipe for pseudo-plastic liquids // Modern problems of science and education: electronic scientific journal. - 2015. - No. 1. - URL: <https://science-education.ru/pdf/2015/1/1857.pdf>.
8. Bulatov A. I. System analysis of studies of the flow of visco-plastic liquids-clay and cement solutions // Drilling and oil. - 2016. - No. 3. - Pp. 18-23.
9. Methodical recommendations of RD-APK 1.10.15.02-08 on technological design of systems for removal and preparation for use of manure and manure. Approved by the Ministry of agriculture of the Russian Federation on 29.04.2008. - Moscow: Ministry Of Agriculture, 2008. - 97 p.

### **IMPLICATION PRODUCTION NOMOGRAM FOR ATTRIBUTION EFFICIENCY AUTOMOTIVE TRANSPORT**

E.E. Kuznetsov, S.V. Shitov, Z.F. Krivutsa

When choosing delivery vehicles is necessary is to reduce the cost of transport work. The theoretical and in-kind studies made it possible to calculate, and to offer production nomograms, allowing to determine the cost per unit of work performed without the use of mathematical calculations.

*Keywords:* vehicle, costs, nomogram, mileage, payload

## References

1. Aldoshin, N.V. Increased productivity in the transportation of agricultural goods / N.V. Aldoshin, Pehutov A.S.// Mechanization and electrification of agriculture. -2012.- No.4.- S. 26-27
2. Goberman, VA Automotive Transport in Agricultural Production: Efficiency and quality of work, evaluation and development of organizational and technical solutions / V.A. Goberman. - M.: Transport, 1986. - 287s.
3. Shitov, S.V. Energy assessment of transport and technological support for crop production / S.V. Shitov, S.F. Krivuca // Herald of the Krasnoyarsk State Agricultural University. – 2011. No 11. - S. 180 - 185.
4. Increasing the Efficiency of Transport and Technological Complexes Used in Crop Harvesting/ S. V. Shchitov, Z. F. Krivuca, Yu. B. Kurkov, A. V. Burmaga, E. E. Kuznetsov, O. P. Mitrokhina, E. V. Popova// Journal of Engineering and Applied Sciences, Year: 2018,Voiume:13, Issue:16.DOL:10.3923/jeasci.2018.6512.65.URL: <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/jeasci/2018/6850-6854.pdf> (accessed: 15.01.2019)
5. Experimental studies of the effectiveness of the design for the cross-axle redistribution of the weight load of the car / S.V. Shchitov., Z.F. Krivutsa, O.A. Kuznetsova// International Journal of Applied Engineering Research. (IJAER) ISSN 0973-4562 Volume 14, Number 24 (2018) pp. 16747-16752. [https://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n24\\_04.pdf](https://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n24_04.pdf) (accessed: 15.01.2019).

## OPERATION OF WATER RING COMPRESSOR WITH AIR DUCT

N. L. Velikanov, V. A. Naumov, S. I. Koryagin

*The Baltic federal university of Immanuel Kant (BFU of Kant), 236041, Kaliningrad, st. A. Nevsky, 14; Kaliningrad State Technical University (KSTU), 236000, Kaliningrad, Sovetsky Ave., 1*

The article considers the features of determining the characteristics of water-ring compressors when they work with a pneumatic pipeline, in particular, the compression processes are taken into account. Applied load characteristics of compressor VK-3M1. The dependences of productivity on pressure are obtained, calculated on the conditions of injection with the assumption of an isothermal compression process using polynomials of the second and third order. Graphs of functions of dimensionless flow rate at the outlet of the pipe from the ratio of discharge pressure and atmospheric pressure are constructed. Calculations are carried out for different Mach numbers and generalized coefficients of hydraulic resistance of the pipeline.

*Keywords:* water-ring compressor, air duct, discharge pressure

## References

1. Ding L. W., Dai N., Mu X. M., Xie S. H., Fan X., Li D. W., Cheng X. S. design of soft multi-layer pneumatic actuators based on the main deformation field.- Materials and design. 2019. V. 182. Article number: UNSP 108000.
2. Herianto, Wira I., Syahirul R. A., Aishah P. design and manufacture of soft pneumatic actuators in the circuit using fused deposition modeling // sensors and actuators a-physical. 2019. V. 298. Item number: UNSP 111556.
3. Mills D., Jones M. G., Agarwal V. K. Handbook of Pneumatic transport equipment. - Marcel Dekker Inc. - 2004. - 695 P.
4. Rodionov G. A., Bukhmirov V. V. pnev-motransport System as an object of research // Bulletin of Cherepovets state University. - 2013. Vol. 1, no. 1. - Pp. 20-22.
5. E Socks.I., Donskoy a. S., Sklyarevsky a. N. Block mathematical modeling of pneumatic drive // Izvestiya Samara scientific center of the Russian Academy of Sciences. - 2014. Vol. 16. No. 1-2. Pp. 484-489.
6. Velikanov N. L., Naumov V. A. Dynamic characteristics of vacuum pumps and compressors of fish-pumping plants. 2019. No. 1. Pp. 79-83.
7. JSC "ENDLESS". Water-ring vacuum pumps and compressors. Operation manual [Electronic resource]. Access mode-free: [http://servocompressor.ru/docs/vvn/vvn\\_vk.pdf](http://servocompressor.ru/docs/vvn/vvn_vk.pdf).
8. To Shatokhin.L., Shestak V. p. Vacuum technology. - Moscow: niyau MEFPhI, 2010. 84 P.
9. Velikanov N. L., Naumov V. A., Koryagin S. I. gas Flow in a cylindrical channel at subsonic speed // Bulletin of the Baltic Federal University. I. Kant. Series: Physical, mathematical and technical Sciences. - 2018. - No. 1. - Pp. 96-103.

## PREDICTING FAILURE RISKS IN GAS DISTRIBUTION NETWORKS

G. V. Lepesh

*Saint Petersburg state University of Economics, 21 Sadovaya str.t, Saint Petersburg, 191023*

The article analyzes the existing methods for predicting accidents and incidents in gas distribution networks and provides a weighted assessment of the main statistical factors. To assess the risk of technical object failures, dependencies are constructed that take into account the probability of an accident and incident, as well as the risks of their consequences. The considered set of statistical indicators can form the basis of a simulation model for making management decisions in the event of failures in gas distribution networks, taking into account the minimization of various types of losses and risks of socio-economic consequences.

*Keywords:* gas pipeline, gas distribution network, failure, accident, incident, reliability, probability, reliability, risk, socio-economic consequences.

## References

1. JOINT VENTURE 62.13330.2011. Set of rules. Gas-distributing systems. Updated revision SNiP 42-012002 (with amendments № 1). - M., 2011. - 70 p.

2. . Lepesh G.V. Prediction of Safety of Technical Systems//Technical and Technological Problems of Service. - № 2 (48). -2019. Pp 9 – 16
3. Lepesh G. V. Imitating modeling of a state and functioning of technical devices and systems.//Technical and technological problems of service. - No. 3 (49), 2019. Pp 13 - 22
4. Lepesh G.V. Diagnostics and complex maintenance of engineering and technical systems and buildings and structures. Technical and technological problems of service. No. 1 (35), 2016. Pp 6 - 16
5. Lepesh A.G., Potemkin T.V. method of calculation of the optimum period of technical service of the municipal equipment.//Technical and technological problems of service. No. 1 (39), 2017. Pp 14 - 17
6. Reliability of gas supply systems//Gas - industrial gas equipment
7. Galeev A. D. Risk Analysis of Accidents at Hazardous Production Facilities: Tutorial/A.D. Galeev, S.I. Poniarov: KNITU Office, 2017. – 152p.
8. RD 03-496-02 Methodological Recommendations for Assessing Damage from Accidents at Hazardous Production Facilities 2002.//Federal Mining and Industrial Supervision of Russia (Gosgortekhnadzor of Russia). [Text] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200031148> (contact date 05.02.2020)

## DYNAMICS OF A PLATE WITH ELASTICALLY ATTACHED MASS

N.E. Sadigova

*Lomonosov Moscow State University, 119991, 1 Leninskiye Gory Str., Moscow, Russian Federation*

In this paper, we consider the problem of the dynamic load of a beam by an impacting body in the presence of an intermediate damper – a spring of a given stiffness. The obtained equations for the joint movement of the beam – spring – body system consists of equations for the deflection of the beam and the equation of motion of the body, taking into account the stiffness of the spring. The problem is solved by the integral Laplace transform in time. To invert the obtained solution, the numerical Durbin method is used. Using this method, graphs of solutions are constructed that allow us to observe the behavior of the body and calculate the deflection of the beam at a time. Also shown is the dependence of the required functions on the main parameters of the problem: spring stiffness and bending stiffness of the beam.

*Keywords:* beam deflection, beam vibration, spring, tension, deformation, system balance, Durbin’s method.

### **References**

1. Barguev S.G. Oscillations of non-uniform beam with elastically connected body with two degrees of freedom. Ulan-Ude: Science, 2017. Pp. 80-85.
2. Myjidon A.D., Tsytsyrenova M.J. The general mathematical model of the system of solid bodies installed on the elastic rod. West leader of VSGUTU 2013, 6:5-12.
3. Lurje A.I. Operational calculus and its annex to mechanics tasks. Moscow: State Publishing House of Technical and Theoretical Literature, 1951. 431 pages.
4. Krylov V.I., Skobl N.S. Methods of near-female Fourier transformation and Laplace transform conversion. Moscow: Science, 1974. 223 p.
5. Durbin, F. 1974. Numerical inversion of laplace transforms: an efficient improvement to Dubner and Abate’s Method. The Computer Journal, 17:371-376.
6. Turkova V.A., Stepanov L. V. Various re-loads of cyclic loading of non-elastic plate-style: finite-element analysis of biaxial loading of elastoplastic plate with el-iptic cut. PNIPU bulletin. Mecha-nika, 2016, 3: Pp.207-221.
7. Barguev S.G. To a study of solid body fluctuations with two degrees of freedom on the Euler-Bernoulli beam. Compilation of scientific papers on the VII International Scientific and Practical Conference. Hills: BGSMA, 2016. Pp. 18-21.
8. Cha, P.D. 2007. Free vibrations of a uniform beam with multiple elastically mounted two-degree-of-freedom systems. Journal of Sound and Vibration, 307(1-2): 386-392.
9. Wu, J.-J., Whittaker, A.R. 1999. The natural frequencies and mode shapes of a uniform cantilever beam with multiple two-DOF spring-mass systems. Journal of Sound and Vibration, 227(2): 361-381.
10. Midjidon A.D., Barguev S.G. On forced fluctuations of mechanical system is installed on elastic rod. Modern technologies. System analysis. Simulation, 2004, 1, pp.32-34.

## METHODOLOGICAL ASPECTS OF ANALYZING THE STATE OF ECONOMIC SECURITY IN INDUSTRY

M.A. Nikolaev

*Pskov state University, 180000, Pskov, Lenin square, 2*

Need of division of indicators of economic security of the industry on inertial, neutral and dynamic is proved. The assessment of risks caused by the degree of depreciation of fixed assets, the level of innovation activity, as well as investment, production and financial risks in the context of the manufacturing sub-sectors was carried out.

*Keywords:* Industry, indicators, risks, variation coefficient.

### **References**

1. Buchwald E. M., Babkin A.V. Industrial policy priorities and the economic security in Russia // Bulletin of Sabga. 2016. Vol. 22. No. 4. Pp. 94-106.
2. Miller M. A. Manufacturing industry of the regions of the Siberian Federal district in the context of economic security // Bulletin of the Siberian state automobile and road University. 2018. Vol. 15. No. 5 (63). Pp. 812-823.

3. Lapteva I. P., Filatova S. N. Assessment of industrial safety of the Kirov region // In the collection: Society. The science. Innovations (NPK-2018) collection of articles XVIII all-Russian scientific and practical conference: in 3 volumes. Vyatka state University. 2018. Pp. 1379-1386.
4. Akberdina V. V., Grebenkin A. V., Smirnova O. P. Comprehensive tools for assessing economic security of economic sectors: regional aspect // Economics of the region. - 2017. Vol. 13. Vol. 4. Pp. 1264-1279.
5. Kalachanov V. D., Efimova N. S., Rychagov M. S. Financial and economic security of production in high-tech industries (on the example of aircraft construction) // Vestnik Universiteta (State University of management). 2015. No. 9. Pp. 324-330.
6. Lapteva I. P., Filatova S. N. Assessment of industrial safety in the Kirov region // In the collection: Society. The science. Innovations (NPK-2018) collection of articles XVIII all-Russian scientific and practical conference: in 3 volumes. Vyatka state University. 2018. Pp. 1379-1386.
7. Miller M. A. Manufacturing industry of the regions of the Siberian Federal district in the context of economic security // Bulletin of the Siberian state automobile and road University. 2018. Vol. 15. No. 5 (63). Pp. 812-823.
8. Nikolaev M. A. Ensuring economic security in the real sector of the regional economy. Economic security: problems, prospects, development trends: materials of the second Inter-dunar. science.- prakt. Conf. (December 14, 2015): 2 PM / Perm. state NAT. research. UN-T.-Perm. 2015. Part 1. Pp. 325-336.
9. Alekseeva Y. A., Feofilova T. Y. the Role of the manufacturing industry wausa in the system of economic security of the country // In the collection: Week of science of SPbSPU. Materials of the scientific conference with international participation. Institute of industrial management, Economics and trade. 2018. Pp. 518-521.
10. Nikolaev M. A., Makhotaeva M. Yu. Main factors of investment security and their assessment // Scientific and technical Vedomosti of SPbSPU. Economics. 2017. Vol. 10. No. 5. Pp. 34-45.
11. Nikolaev M. A., Makhotaeva M. Yu. Mechanism for ensuring economic security at the regional level // Financial economy. 2018. No. 6. Pp. 1198-1201.
12. Kleiner G. B. System modernization of domestic enterprises: theoretical justification, motives, principles // Economy of the region. - 2017. Vol. 13, vol. 1. Pp. 13-24.

### **ON THE ISSUE OF DESIGNING AND ORGANIZING THE ACTIVITIES OF CAR SERVICE COMPANIES**

I.V. Garifullina, I.G. Kartushina, N.P. Malinovskay

*The Immanuel Kant Baltic federal university, 236041, Kaliningrad, St. A. Nevsky, 14.*

The article describes the principles of organizing a work of a car service enterprise, describes the requirements and design conditions for such enterprises. Based on these conditions, proposals on the organization of inventory and logistics management for the work of a car service enterprise are made.

*Keywords:* car service enterprise, design, services, goods, logistics, inventory and logistics management, optimization, public warehouse.

#### **References**

- 1.State program of the Kaliningrad region "development of the transport system"/<http://docs.cntd.ru/document/460288903> (accessed 29.09.2019)
2. "Transport complex in the service market" // transportrussia.ru <http://transportrussia.ru/finansy.-investitsii.-nalogi/transportnyy-kompleks-na-rynke-uslug.html> (accessed 29.09.2019)
- 3.Takhtamyshev, H. M. Fundamentals of technological calculation of motor transport enterprises: a textbook for University students / H. M. Takhtamyshev. - 2., Perera. and extra-Yes.: SIC INFRA-M, 2016. - 352 p.
- 4.Tishchenko, N. T. Technological processes of maintenance, repair and diagnostics of cars: studies. manual / Tishchenko N. T., Vlasov, Y. A., Tishchenko E. O. – Tomsk: Publishing house Tom. state archit.- yeah. UN-TA, 2010. - 159.
- 5.Tohirov, T. I. Organization of car maintenance stations // socio-economic phenomena and processes # 9 (055), 2013.110-112
- 6.Bychkov, V. P. enterprise Economics and the basics of entrepreneurship in Russia

### **INNOVATIVE RECYCLING ACTIVITIES INDUSTRIAL WASTE ON THE EXAMPLE OF A POULTRY FARM**

R.V. Smirnov, A.G. Bezdudnaya, M.G. Treyman

*St. Petersburg State Economic University (SPbGEU), 191023, St. Petersburg, Sadovaya str., 21*

The study presents the main features of the technological process of processing waste generated as a result of production activities of the poultry farm. Poultry waste is environmentally hazardous and therefore the technology of processing has environmental, economic and social consequences. The study analyzes the market-the performance indicators of the largest poultry farms in Russia and the North-West region are taken, the advantages of using environmentally friendly technologies that allow to transfer waste into secondary material resources and subsequently obtain products with useful properties are given. The article reveals the mechanism of technology management-aimed at reducing the costs of waste disposal and disposal and focused on obtaining additional profit from secondary material resources. These approaches make it possible to increase the cost of secondary raw materials, improve production activities, and form an innovative agricultural sector in Russia.

*Keywords:* Innovative technologies, poultry farm, economic efficiency, bio-coal, process management.

### References

1. Stoneman P. Soft innovation: economics, product aesthetics and the creative industries / Paul Stone-man. – Oxford: Oxford univ. Press, 2011. - 366 p.
2. Avdeichikova E. V., Trubicina S. P., Burgat V. V. Innovations in trade activities: Russian and foreign experience: monograph/FSBOU VPO Ros. экон. У. G. V. Pleanov, Om. in-t. - Omsk: Omsk institute (branch) of RGTEU, 2015. - 270 p.
3. Krasnopevtseva I. V., Krasnopevtsev A. Yu. Management of production of innovative production in mechanical engineering: monograph/Tolyat-tin State University. - Tolyatti - 2018. - 159 p.
4. Kuzheva S. N. Production Management: Educational and Methodological Manual/FSBOU VPO OM State Department named after F. M. Dostoevsky. - Omsk: University of Omsk State University, 2016. - 191 p.
5. Sergei E. A., Brysayev A. S. Innovation and production management in the conditions of globalization of the economy: tutorial/FSBOU VPO Kazan nac. issled. Technological, "Kazan: KNITU, 2013. 212 p.
6. Skorobogatov V. S. Production management is Moscow: MGOU publishing house, 2010. - 106 pages.
7. Kolyarov G. V. Agricultural Production Management: monograph/G. V. Kolyarov. - Bryansk - 2017. - 92 p.
8. Lines V. A. Production Management (Time Approach) - Moscow: HORS, 2010. 294 p.
9. Fomin A. N. Shop and Shop-Free Production Management Structures: Problems of Implementation of Shop-Free Structure - Moscow: Editus, 2013. 106 p.

## ANALYSIS OF THE STRUCTURE ON THE REGIONAL HOUSING MARKET (ON THE EXAMPLE OF THE KALININGRAD REGION)

V.D. Marchenko

*The Baltic federal university of Immanuel Kant (BFU of Kant), 236041, Kaliningrad, st. A. Nevsky, 14*

The article examines the residential real estate market and its subjects. In order to solve a number of significant problems, it is proposed to create a general classification of residential real estate, as one of the main conditions for identifying the structure of the regional residential real estate market. This classification will help solve the problems facing developers and bodies that regulate the residential real estate market by creating a list of general requirements for residential real estate, as well as indicate and predict the direction of development of the residential real estate market at the federal and regional levels.

*Keywords:* residential real estate market, real estate classification, real estate, region, developer, market relations, buyers, market entity, residential real estate market structure, construction company, new building, old houses, realtors, coastal cities, infrastructure.

### References

1. Shishkarev V. D. Identification of the structure of the regional housing market. 100 years of Higher education in Russia. Scientific journal "Izvestiya KSTU" - 2013 no. 30. Pp 115-120.
2. Pechenkina A.V. Regional real estate market in modern economic theory/ / Contemporary problems of science and education. - 2012. - No. 3.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6262> (date of registration: 13.08.2019).
3. Internet resource. URL: <http://www.grandars.ru/college/biznes/rynok-nedvizhimosti.html> (date of publication: 13.08.2019).
4. Internet resource. URL: [https://cde.osu.ru/demoversion/course126/1\\_1.html/](https://cde.osu.ru/demoversion/course126/1_1.html/)
5. N. B. Kosareva, A. A. Tumanov, D. S. Sivaev, " Study of the regional structure of housing markets in Russia. Foundation "Institute of city Economics".
6. Internet resource. URL: <https://uchebnik.online/knignedvijimost/segmentatsiya-ryinka-nedvijimosti-37367.html> (date accessed: 13.08.2019).
7. Zatsarinina Yu. V., BLECH A.V. Formation of the affordable housing market as a direction of development of the regional real estate market and its role for the balanced development of the region, Bulletin of OSU no. 14 (175)

## VECTOR OF IMPLEMENTATION OF REGIONAL MEASURES TO SUPPORT NETWORK PRODUCTION STRUCTURES IN THE CONTEXT OF NEOINDUSTRIALIZATION

I.V. Makarova, A.A. Glumov, O.D. Ugolnikova

*Ural State University of Economics, 620144, Ekaterinburg, March 8 / Narodnaya Volya st., 62/45;  
St. Petersburg State University of Economics, 191023, Saint-Petersburg, Sadovaya str., 21*

The article is devoted to the study of problems of increasing the effectiveness of state measures to support network production structures in the context of neo-industrialization. According to the proposed methodology, the example of industrially developed regions of the Urals gives an assessment of the conformity of government support measures for such structures to the modern challenges of society. The results of the study can be used to increase the effectiveness of regional industrial policy.

*Keywords:* network structures, development priorities, industrial policy, neo-industrialization, regions

### References

1. Abalkin L. On the new concept of long-term strategy//Economic issues. 2008. № 3. Pp 37-38.
2. Aganbegyan A.G. On New Industrial Poly//IVF. 2012. № 4. Pp 4-22.
3. Amov A. On the Economic Mechanism of New Industrial Development//Economist. 2014. № 2. Page 3-13.

4. Belozerova S. Experience of Soviet industrialization in the context of neo-industrialization//Ekono-mist. 2012. № 6. Pp 22-38.
5. Blinov A.O. Modernization of Russian Industrial Policy//World of the New Economy. 2015. № 2. Page 20-28.
6. Bodrunov S.D., Greenberg R.S., Sorokin D.E. Re-Industrialization of the Russian Economy: Impenetrations, Potentials, Risk//Economic who-birth of Russia. 2013. №1 (35). Pp 19-49.
7. Glazyev S.J. Dig into the future. Russia in a new technological and world economy. Moscow: Book World, 2018. 768 p.
8. Gubanov S. Neoindustrialization plus vertical integration (on the formula of development of Russia)//Economist. 2008. № 9. Pp 3-27.
9. Galbreath J. New Industrial Society. M.: ACT Publishing House, 2004. 602 pages.
10. Ivanter V. V., Komkov N.I. Basic provisions of the concept of innovative industrialization of Russia//Problems of forecasting. 2012. № 5. Pp 3-13.
11. Inozemtsev V.L. The future of Russia - in the new in-dustrialization//Economist. 2010. № 2. Page 3-15.
12. Kleiner G.B. Concept of the Federal Law "On Industrial Policy of the Russian Federation"//Economic Science of Modern Russia. 2013. № 3. Pp 70-75.
13. Korshikov I.A. Ways to overcome the heterogeneity of economic space//Journal of Economic Research. 2018. № 1 (9). Pp 51-56.
14. Lviv D., Dementyev V. New Industrial Policy of Russia//Economist. 1996. No. 10 of Page 10-16.
15. Perez K. Technological revolutions and financial capital. Dynamics of bubbles and periods of prosperity. M.: Publishing House "Case." RANH and HS, 2011. 232 p.
16. Radayev V.V. Who owns power in demand markets: relations of retail companies and suppliers in modern Russia. M.: Prod. House of the Higher School of Economics, 2011. 383 p.
17. Sorokin D.E., Pushchev S.A. Conditions and practices of effective re-industrialization and industrial policy of Russia//Economic who-birth of Russia. 2015. № 4. Pp 87-99.
18. Sukharev O., Strigakova E. Nova industriali-zacia - the way to increase production and labor in industry//Economist. 2014. № 5. Page 6-18.
19. Tatarkin A.I., Romanova O.A. (2013). Opportunities and mechanism for the neo-industrialization of old industrial regions//Economist No. 3. Pp 19-31.
20. Toffler E. (2010). Third Wave = The Third Wave, 1980. M.: ACT, 2010. 784 p.
21. Casson M. Networks in Economic and Business History: A Theoretical Perspective. German Historical Institute London Bulletin Supplement. 2011. vol. 2, rp. 17.
22. Vitali S., Battiston S. The Community Structure of Global Corporate Network. SSRN Electronic Journal, 2013, january, pp. 8-9.

## **LOGISTIC POTENTIAL AS A FACTOR FOR FORMING COMPETITIVENESS OF THE REGION**

S.F.Kugan

*Brest State Technical University (BSTU), 224017, Brest, str. Moscow 267*

The development of logistics systems, their potential, and the expansion of product markets determined the scientific interest in this field of research and changed the essence, goals, and priorities of interregional economic cooperation, which has an undeniable impact on the formation of competitiveness of the territory.

*Keywords:* regional competitiveness, classification features, logistic potential, territory.

### **References**

1. Drucker, P. The economy's dark continent / P. Drucker. – Fortune, 1962. – 103 p.
2. Thai, V. Selecting the location of distribution op-erations / V. Thai, D. Grewal // Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics. – 2005. – Vol. 17, № 3. – P. 3–24.
3. Solodovnikov, S. Yu. Eurasian economic integration / Page Yu. Solodovnikov, Yu.V. Me-leshko//Vests\_ Natsyuanalнай акадэм ii навук Béla-rus\_. Seryya humanitary navuk. - 2016. - № 3. - P 121-126.
4. Borisova, V.V. Logistics of interregional trade exchange: theory and methodology: dis.... Dr.s экон. Sciences: 08.00.05/V.V. Borisova. - Rostov n/D, 2002. - 299 l.
5. White, S.A. Logistics support of the agro-industrial complex of the region: dis.... edging. экон. Sciences: 08.00.06/S.A. Belaya. - Rostov n/D, 2000. - 189 l.
6. Poleshchuk, I.I. Logistics potential of Bela Russia: its assessment and use/I.I. Poleshuk//Belarusian Economic Journal. 2013. – No. 3. – Page 87-97.
7. Zavyalov, P.S. Problems of international competition of producers and ways of their solution/P.S. Zavyalov//Marketing. - 2001. - № 5. - S. 21-32.
8. Kormnov, Y.F. Public-Private Department in the Russian Economy/Y.F. Kormnov//Economy of the XXI century. - 2007. - № 9. - S. 53-65.
9. Rodina, L.A Formation of a model of information support of management activity: monograph/L.A. Rodina. - SPb, 2004. - 229 p.
10. Shishkov, Yu.V. Integration processes on the threshold of the XXI century. Why the CIS/Y.V. Shishkov countries do not integrate. Moscow: III millennium, 2001. 480 p.

11. Baskakov, A.A. Parameters of evaluation of logistics potential of the Territory/A.A. Baskakov//Logistics, innovation, management in the modern business environment: науч. тр. / Sarat. state. техн. Gagarin U.A.; редкол. V.N. Klochkov (отв.) [Et al]. - Saratov, 2013. - S. 24-25.
12. Kuznetsov, M. M. Conceptual features of lo-histic infrastructure in the system of external-trade relations/M. M. Kuznetsov//Scientists notes of Tavricheskiy natz. Un named after V.I. Ver-nadsky. Series: Economics and Governance. - 2012. - No. 25 (64). - С. 80-88.
13. Belyakov, E.V. Logistics Passport of Terry-Toria/E.V. Belyakov, A.V. Samartseva//Logistics Systems in the Global Economy: Mothers-ale of International Science Cont., Krasnoyarsk, 14-15 mar. 2013: at 2 o'clock/Sib. state. аэрокосмич. ип-т; редкол.: Yu.Yu. Loginov [etc.] - Krasnoyarsk, 2013. - Ch.1. - Page 57-61.
14. Li Chong Ku. On Methods of Assessing Transport and Logistics Potential of the Region/Li Chon Ku, V.A. Lazuta//Problems of Modern Economy: Global, National and Regional Conference Text: Assembly науч. Article 2 Part 2/Khrodnenskiy State Office named after Y. Kupala; Ed. Board: A.L. Belousov, V.S. Fateev, D. V. Primschitz [et al]. - Grodno: GrSU, 2012. - S. 231-236.
15. Rozhko, O.N. Assessment of the logistics potential of the region/O.N. Rozhko//Journal of Economics, Law and Sociology. - 2015. - № 3. - P.72-75.
16. Uvarov, S.A. Logistics Management: Problems of Formation and Development [Electronic Resource]. 1. Drucker, P. The economy's dark continent / P. Drucker. – Fortune, 1962. – 103 p.
2. Thai, V. Selecting the location of distribution operations / V. Thai, D. Grewal // Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics. – 2005. – Vol. 17, № 3. – P. 3–24.
3. Solodovnikov, S. Yu. Eurasian economic integration / Page Yu. Solodovnikov, Yu.V. Me-leshko//Vests\_Natsyuanalnaya akadēm ii navuk Béla-rus\_. Seryya humanitarian navuk. - 2016. - № 3. - P 121-126.
4. Borisova, V.V. Logistics of interregional trade exchange: theory and methodology: dis.... Dr.s экон. Sciences: 08.00.05/V.V. Borisova. - Rostov n/D, 2002. - 299 l.
5. White, S.A. Logistics support of the agro-industrial complex of the region: dis.... edging. экон. Sciences: 08.00.06/S.A. Belaya. - Rostov n/D, 2000. - 189 l.
6. Poleshchuk, I.I. Logistics potential of Bela Russia: its assessment and use/I.I. Poleshuk//Belarusian Economic Journal. 2013. – No. 3. – Page 87-97.
7. Zavyalov, P.S. Problems of international competition of producers and ways of their solution/P.S. Zavyalov//Marketing. - 2001. - № 5. - S. 21-32.
8. Kormnov, Y.F. Public-Private Department in the Russian Economy/Y.F. Kormnov//Economy of the XXI century. - 2007. - № 9. - S. 53-65.
9. Rodina, L.A. Formation of a model of information support of management activity: monograph/L.A. Rodina. - SPb, 2004. - 229 p.
10. Shishkov, Yu.V. Integration processes on the threshold of the XXI century. Why the CIS/Y.V. Shishkov countries do not integrate. Moscow: III millennium, 2001. 480 p.
11. Baskakov, A.A. Parameters of evaluation of logistics potential of the Territory/A.A. Baskakov//Logistics, innovation, management in the modern business environment: науч. тр. / Sarat. state. техн. Gagarin U.A.; редкол. V.N. Klochkov (отв.) [Et al]. - Saratov, 2013. - S. 24-25.
12. Kuznetsov, M. M. Conceptual features of lo-histic infrastructure in the system of external-trade relations/M. M. Kuznetsov//Scientists notes of Tavricheskiy natz. Un named after V.I. Ver-nadsky. Series: Economics and Governance. - 2012. - No. 25 (64). - С. 80-88.
13. Belyakov, E.V. Logistics Passport of Terry-Toria/E.V. Belyakov, A.V. Samartseva//Logistics Systems in the Global Economy: Mothers-ale of International Science Cont., Krasnoyarsk, 14-15 mar. 2013: at 2 o'clock/Sib. state. аэрокосмич. ип-т; редкол.: Yu.Yu. Loginov [etc.] - Krasnoyarsk, 2013. - Ch.1. - Page 57-61.
14. Li Chong Ku. On Methods of Assessing Transport and Logistics Potential of the Region/Li Chon Ku, V.A. Lazuta//Problems of Modern Economy: Global, National and Regional Conference Text: Assembly науч. Article 2 Part 2/Khrodnenskiy State Office named after Y. Kupala; Ed. Board: A.L. Belousov, V.S. Fateev, D. V. Primschitz [et al]. - Grodno: GrSU, 2012. - S. 231-236.
15. Rozhko, O.N. Assessment of the logistics potential of the region/O.N. Rozhko//Journal of Economics, Law and Sociology. - 2015. - № 3. - P.72-75.
16. Uvarov, S.A. Logistics Management: Problems of Formation and Development [Electronic Resource]. - Access Mode: yuzhno-sakh.ru/files/prodresyrs/logist/doklad\_2\_yvarov.doc. - Access Date: 16.10.2019.
17. Freidman, O.A. Analysis of the Logistical Potential of the Region/O.A. Freidman. - Irkutsk: Ir-GUPS, 2013. - 164 p.
18. Stakhanov, V.N. Industrial Logistics: study manual/V.N. Stakhanov, S. N. Tambovtsev. - 2nd Ed., Rework. - M.: PRIOR, 2000. - 96 p.
19. Stepanov, V.I. Logistics: textbook/V.I. Stepanov. - Moscow: Publishing house Prospect, 2007. - 488 p.
20. Procenko I.O. Formation and implementation of strategic logistics: dis.... Dr.s экон. Sciences: 08.00.05/I.O. Procenko. SPb. 2006. 274 l.
21. Pfohl, H.-Ch. Logistiksysteme: betriebswirtschaft-liche Grundlage / H.-Ch. Pfohl. – Berlin Heidelberg – New York – Paris – Tokyo Hong Kong – Barselona : Springer, 1990. – 232 p.
22. Gritzenko, S.I. On the Development of Transport and Logistics Clusters in Ukraine/S.I. Gritzenko//Russian Entrepreneur-Sto. - 2008. - Volume 9. - № 5. - P.134-137.



23. Kuznetsova, N.P. Logistics Potential as a Factor of Innovative Development of the Region/N.P. Kuznetsova//Journal of OreIGIET. - 2012. - № 1. - S. 73-80.
24. Stock, Dzh.R. Strategic log-stick management/J.R. Stock, D.M. Lambert M.: INFRA-M, 2005. - 797 p.
25. Porter, M. Knowledge-Based Clusters and National Competitive Advantage / M. Porter // Presentation to Technopolis. – September 12 (1997), Ottawa.
26. Petenko, I.V. Logistic potential of commercial mediation / I.V. Petenko, S.M. Isikov//Naukov\_ праці DONNTU. Seryya: Ekonomiyh-na. - 2004. - № 80. - S. 88

## **ECONOMIC AND PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF THE STATE POLICY OF STIMULATING RESPONSIBLE GREEN INVESTMENTS**

E. A. Borkova

*St. Petersburg State University of Economics (SPbGEU), 191023, Saint-Petersburg, Sadovaya st., 21*

In recent years, the world has paid great attention to the topic of "green" investments, and it is gaining popularity in Russia. Every year, the global market is becoming increasingly involved in the process of sustainable development and responsible investment, considering environmental factors, social well-being and humane corporate governance. Russia is at the very beginning of the path to this global trend. Green investments have great potential for sustainable development, but its use requires a mechanism for managing such investments. This mechanism should be implemented in state economic policy. To ensure its effectiveness, it is necessary to understand and trace the motives that encourage people to make responsible investments in order to make appropriate political decisions. The study examined the key motives that encourage people to make responsible investments, contributing to the achievement of a balanced development of the country in the framework of achieving the Sustainable Development Goals.

*Keywords:* economic policy, "green" investments, factors of responsible investment, sustainable development, propensity to invest.

### **References**

1. Bagiev G.L., Cherenkov V.I., Cherenkova N.I. Marketing for the implementation of the concept of sustainable development: essence and terminology para-digma//News of the St. Petersburg State Economic University. 2018. № 4 (112). Page 139-152.
2. Kazantseva A.N. Eco-innovation as a tool of transition to sustainable development//News of St. Petersburg State Economic University. 2015. № 4 (94). Page 86-90.
3. Vertakova Y.V., Plotnikov V.A. The Integrated Approach to Sustainable Development: The Case of Energy Efficiency and Solid Waste Management // International Journal of Energy Economics and Policy. 2019. Vol. 9. No 4. P. 194-201.
4. Borkova E.A. Sustainable Development Policy and Green Growth Management//News of St. Petersburg State Economic University. 2020. № 1 (121). Page 16-22.
5. Green economy and green finance/under ed. B.N. Porfiriev. SPb.: IBI, 2018. 327 pages.
6. Vertakova Y., Plotnikov V. Problems of sustainable development worldwide and public policies for green economy // Economic Annals XXI. 2017. Vol. 166 (78). P. 4-10.
7. Turikova E. The sphere of responsible financing has huge potential. [Electronic resource]. Access mode: <https://plus.rbc.ru/news/5cf5a3837a8aa95cb4004637>.
8. Borkova E.A. Use of dynamic model of investment climate assessment in investment process management//Journal of ENGINEERING. Series: Economy. 2013. № 5 (64). Page 19-24.
9. Borkova E.A., Timchenko M.N., Markova A.A. Investments in green technologies as a tool of economic growth of Russia//Business. Education. Right. 2019. № 3 (48). Page 87-91.
10. Kazantseva A.N. Issues of development and implementation of state policy in the sphere of production and circulation of environmentally friendly products//Theory and practice of service: economy, social sphere, technologies. 2018. № 2 (36). Page 16-20.
11. PwC. ESG for AWM. 2018. [Electronic resource]. Режим доступа: <https://www.pwc.com/gx/en/services/sustainability/publications/responsible-investment.html>.
12. Global Investor Study 2017. [Electronic resource]. Режим доступа: [https://www.schroders.com/en/sysglobalassets/digital/insights/2017/pdf/global-investor-study-2017/theme2/schroders\\_report-2\\_\\_eng\\_master.pdf](https://www.schroders.com/en/sysglobalassets/digital/insights/2017/pdf/global-investor-study-2017/theme2/schroders_report-2__eng_master.pdf).
13. Evstafieva I.Y., Ivanov N.G. Projects for financial literacy and development of innovative budgeting: review of materials of the public discussion//News of St. Petersburg State Economic University. 2019. № 5-2 (119). Page 109-113.
14. Evstafiev I.Y., Ivanov N.G., Shubayeva V.G. Development of the concept of the program of increasing financial literacy and development of proactive budgeting in St. Petersburg//News of the St. Petersburg State Economic University. 2018. № 2 (110). Page 37-43.
15. Decisions by G20 should not be taken without taking into account the social consequences. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.hse.ru/news/3018160/85816989.html>.
16. Money is responsible. [Electronic resource]. Access mode: <https://plus.rbc.ru/news/5cf8992f7a8aa97ab281d5cc>.
17. Green Finance: Agenda for Russia: Diagnostic Note/Expert Council on Long-term Investment Market under the Bank of Russia. Moscow, October, 2018. 63 pages.

**ТРЕБОВАНИЯ**  
**К МАТЕРИАЛАМ, ПРИНИМАЕМЫМ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ**  
**ЖУРНАЛЕ**  
**«ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕРВИСА»**

**К публикации принимаются материалы научно-технического содержания по актуальным проблемам техники и технологии сервиса машин, приборов и инженерных систем жилищно-коммунального хозяйства, бытового обслуживания, дизайна, экологии, личного и общественного транспорта, не предназначенные для публикации в других изданиях.**

Материалы, публикуемые в журнале, должны обладать несомненной новизной, относиться к вопросу проблемного назначения, иметь прикладное значение и теоретическое обоснование и быть оформлены по соответствующим правилам (см. <http://unecon.ru/zhurnal-ttps>).

Материалы для публикации должны сопровождаться: электронной версией статьи, представленной в формате редактора MicrosoftWord (отправленной по e-mail).

**Статья должна содержать следующие реквизиты:**

- индекс универсальной десятичной классификации литературы (УДК);
- название статьи на русском и английском языках;
- фамилию имя отчество автора (авторов) полностью с указанием должности, звания, телефона и электронного адреса;
- полное наименование организации с указанием почтового индекса и адреса;
- аннотацию из 10 – 30 слов на русском и английском языках;
- 3 – 7 ключевых слова или словосочетания на русском и английском языках;
- текст статьи (8 – 15 страниц (14 пт.), номера страниц не указываются) на русском языке;
- литература (библиографические ссылки даются в конце текста в порядке упоминания по основному тексту статьи, в тексте в квадратных скобках указывается порядковый номер). Внутритекстовые, подстрочные и затекстовые библиографические ссылки (списки литературы) должны оформляться в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Статья представляется в электронном виде (на электронном носителе или высылается электронной почтой по адресу: [GregoryL@yandex.ru](mailto:GregoryL@yandex.ru)).

**При оформлении статьи** должны соблюдаться следующие требования.

При наборе текста используется шрифт TimesNewRoman. Интервал текста кратный, без дополнительных интервалов. Лишние пробелы между словами не допускаются. Форматирование текста (выравнивание, отступы, переносы, интервалы и др.) должно производиться автоматически.

**Иллюстрации** представляются в графических редакторах MSWindows. Все иллюстрации сопровождаются подрисуночными подписями (не повторяющимися фразы-ссылки на рисунки в тексте), включающими номер, название иллюстрации и при необходимости – условные обозначения.

**Рисунки** выполняются в соответствии со следующими требованиями:

- масштаб изображения – наиболее мелкий (при условии читаемости);
- буквенные и цифровые обозначения на рисунках по начертанию и размеру должны соответствовать обозначениям в тексте статьи;
- размер рисунка – не более 15x20 см;
- текстовая информация и условные обозначения выносятся из рисунка в текст статьи или подрисуночные подписи.

Иллюстрации (диаграммы, рисунки, таблицы) могут быть включены в файл текста или быть представлены отдельным файлом.

Все **графики, диаграммы** и прочие встраиваемые объекты должны снабжаться числовыми данными, обеспечивающими при необходимости их (графиков, диаграмм и пр.) достоверное воспроизведение.

**Формулы** должны быть созданы в редакторе формул MSEquation. Защита формул от редактирования не допускается. Формулы следует нумеровать в круглых скобках, например, (2). Величины, обозначенные латинскими буквами, а также простые формулы могут быть набраны курсивом. Все латинские буквы в формулах выполняются курсивом, греческие и русские – обычным шрифтом, функции – полужирным обычным.

**Термины и определения, единицы** физических величин, употребляемые в статье, должны соответствовать действующим национальным или международным стандартам.

На последней странице рукописи должны быть подписи всех авторов. Статьи студентов, соискателей и аспирантов, кроме того, должны быть подписаны научным руководителем.

Редакция не ставит в известность авторов об изменениях и сокращениях рукописи, имеющих редакционный характер и не затрагивающих принципиальных вопросов.

**Итоговое решение об одобрении или отклонении представленного в редакцию материала принимается редакционным советом и является окончательным.**

Журнал зарегистрирован  
в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и  
массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации –  
ПИ № ТУ 78-01571 от 12 мая 2014 г.

Журнал входит в Российский индекс научного цитирования  
[http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=28520](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=28520).

Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны  
быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание  
ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук  
по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям науки,  
по которым присуждаются ученые степени:

05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта  
(технические науки);

05.26.02 – Безопасность в чрезвычайных ситуациях (по отраслям)  
(технические науки);

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством  
(по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки);

Электронная версия журнала расположена по адресу:

<http://unecon.ru/zhurnal-ttps>

Подписной индекс в каталоге «Журналы России» –95008.

## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

### *Технико-технологические проблемы сервиса*

№1(51)/2020

---

Подписано в печать 10.03.2020 г. Формат 60 x 84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Гарнитура  
TimesNewRoman. Печать офсетная. Объем 11,25 п.л. Тираж 500 экз. Заказ № 0345

---

Адрес издателя и типографии: 191023, Санкт-Петербург, Садовая ул., д. 21  
Отпечатано на полиграфической базе СПбГЭУ